This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Die Natur

ihre

Wunder und Geheimnisse,

oder die

Bridgewater-Bücher.

Aus dem Engliſchen

vom

Redakteur des Morgenblatts

Dr. Hermann Hauff

und Andern.

Dritter Band.

Stuttgart,

1837.

Verlag von Paul Neff.

Die

Erscheinungen und Gesetze

des Lebens,

oder

populäre vergleichende Physiologie

der

Pflanzen- und Thierwelt.

Aus dem Englischen

des P. M. Roget,

von

Dr. F. M. Duttenhofer.

Erster Band. — Mit Abbildungen.

Stuttgart,

1837.

Verlag von Paul Neff.

Geology
Microbotanics of
Comp. Zool.
17465
5-27-33
Bd. 1

Vorrede.

Ich hätte wohl niemals unternommen, ein Werk, wie das vorliegende, zu verfassen und der Oeffentlichkeit mitzutheilen, wenn mir nicht dieses Geschäft durch meine Ernennung zu einem der Mitarbeiter der „Bridgewater-Bücher" übertragen worden wäre und wenn ich nicht die Ehre, welche mir durch diese Bestimmung zugekommen ist, wie die Wichtigkeit meiner Aufgabe, tief gefühlt hätte. Die Hoffnung, daß mein Werk einen wesentlichen Nutzen bringen könnte, schwebte mir immer vor Augen, und war in dieser schwierigen Unternehmung meine größte Unterstützung; besonders, da meine Arbeit durch Unterbrechungen, welche mein Amt mit sich brachte, sowohl als auch durch verschiedene langwierige Bedrängnisse und häusliche Unglücksfälle, leider auf eine unangenehme Weise gestört wurde. Der Gegenstand dieser Abhandlung ist: die großen Gesetze, auf welche uns die Betrachtung und Untersuchung der Natur führt, und welche sich in dem ganzen lebenden Organismus so schön offenbaren, zu entwickeln und Beweise für die Macht, Weisheit und Güte Gottes daraus herzuleiten. Die wissenschaftliche Kenntniß der Erscheinungen des Lebens, wie diese sich unter den verschiedensten Formen in den verschiedenen Organisationen

ausdrücken, ist diejenige Wissenschaft, welche man gewöhnlich Physiologie nennt; eine Wissenschaft von einer unglaublichen und gewiß grenzenlosen Ausdehnung, indem sie alle Thiere und Pflanzen, die sich auf dem Erdkörper vorfinden, zu ihrem Gegenstande macht. Dieses weite Feld der Untersuchung wurde seit langen Jahren mit außerordentlichem Fleiß und Erfolg von den Naturforschern aller Länder cultivirt, und durch ihre gemeinsamen Arbeiten ist nun eine ungeheure Masse von Thatsachen und eine reiche Ernte von den wichtigsten Entdeckungen zusammengebracht worden. Allein für die Ausführung meiner Arbeit war dieser Reichthum an Material eher eine Quelle von Hindernissen, denn es wurde dadurch die Nothwendigkeit geboten, mit der größten Sorgfalt zu sichten, und den Plan weit auszudehnen. Ich habe mir immer den ursprünglichen Zweck des Werkes fest vor Augen gestellt, und habe daher im Einklang mit diesem alle die Einzelnheiten der Naturgeschichte der Thiere sowohl als der Pflanzen und alle Beschreibungen von Gebilden, deren Beziehung zu der allgemeinen Physiologie nicht so deutlich hervorspringen, übergangen, mit alleiniger Zulassung solcher Thatsachen, welche die Gesetze der Natur ins Licht zu setzen im Stande sind. Diese Thatsachen habe ich, so viel ich konnte, in einer methodischen Ordnung aufgestellt und unter solche allgemeine Gesichtspuncte gebracht, daß es dem Leser nicht nur leichter wird, sie in sich aufzunehmen und im Gedächtnisse zu behalten, sondern daß auch die Anschauung der gegenseitigen Verhältnisse und die Beziehung auf die allgemeinen Gesetze der Schöpfung deutlicher hervorspringen. Zugleich habe ich mich bemüht, meinem Gegenstande diejenige Einheit im Plane und diejenige wissenschaftliche Form zu geben,

welche bei Abhandlungen, die die Entwickelung der großen Gesetze der Natur zum Gegenstande haben, verlangt wird, und welche in ähnlichen Schriften so schön dargelegt ist, namentlich hatte ich das unübertroffene und unsterbliche Werk von Paley vor Augen. Indem ich diese allgemeinen Principien behandelte, bei welcher Behandlung die genaueste und ausgedehnteste Kenntniß des Materials zu Grunde liegen mußte, hegte ich immer die Hoffnung, dieses Buch möge eine nützliche Einleitung in das Studium der Naturgeschichte seyn; es sollte nicht nur für den menschlichen Geist eine Quelle werden, seinen Scharfsinn zu üben, sondern auch, ihn auf die großen Principien der Natur aufmerksam machen und reichen Stoff zu religiöser Belehrung darbieten. Um diese Vortheile allgemein zugänglich zu machen, habe ich mich auf solche Gegenstände beschränkt, welche einer jeden Classe von Lesern verständlich sind, und um alle unnöthige Weitläufigkeit in den Untersuchungen zu umgehen, habe ich durchaus vermieden, historische Erklärungen über den Gang der Entdeckungen zu machen, indem ich mich blos an die Auseinandersetzung des gegenwärtigen Zustandes der Wissenschaft hielt. Auch enthielt ich mich, Gebiete zu betreten, welche die andern Verfasser der Bridgewater-Bücher bearbeitet haben, und schloß daher mit Fleiß die Betrachtung der Hand, der menschlichen Stimme, der chemischen Theorie der Verdauung, der Gewohnheiten und Instincte der Thiere, des Baues der antediluvianischen Thiere aus. Was mir noch übrig blieb, war ein schönes Feld, das mit diesen wenigen Ausnahmen das Ganze der beiden Naturreiche umfaßt, ein Feld, das gewiß einem einzelnen Arbeiter hinlängliche Beschäftigung gewährt. Das Verzeichniß der Schriftsteller, deren Werke

mir in den verschiedenen Thatsachen, die in diesen Bänden auseinander gesetzt werden, zur Grundlage gedient haben, ist zu lang, als daß ich ihm hier einen Platz vergönnen könnte. Auch habe ich mein Werk nicht durch viele Citate beschweren wollen; doch habe ich dann, wenn eine besondere Angabe nöthig war, und wenn für Thatsachen, die nicht allgemein bekannt sind, Zeugnisse beigebracht werden mußten, die Urheber genannt, wie auch, um den Leser, der sich vielleicht näher unterrichten will, auf die Quellen zu verweisen. Es ist indessen zu bemerken, daß ich mich meistens der vielen Materialien über vergleichende Anatomie und Physiologie in den Werken eines Cuvier, Blumenbach, Carus, Home, Meckel, Blainville, Latreille und St. Hilaire, in den Philosophical Transactions, den Memoires und Annales du musée und den Annales des sciences naturelles bedient habe. Es wäre undankbar von mir, wenn ich nicht die Belehrung anführen wollte, die ich dem vieljährigen Besuche der Vorlesungen an dem Royal College of Surgeons verdanke, namentlich von Everat, Home, Astley Cooper, Lawrence, Brodie, Green und Charles Bell, so wie von Professor Grant an der Universität zu London. Ebenso habe ich den Curatoren des Hunter'schen Museums, die mir auf die liberalste Weise die Erlaubniß gaben, die dortigen Präparate, in so fern es der Zweck meines Werkes erforderte, zeichnen zu lassen, meinen Dank zu sagen. Ebenso den Herren Clift und Owen, Conservatoren an demselben Museum, für ihre gefällige Hülfe bei dieser Arbeit. Eine bloße Beschreibung kann für sich allein von der Form und Structur der Theile durchaus keine richtige Idee geben, daher habe ich allen Abtheilungen des Werkes erläuternde Abbildungen beigegeben.

Durch die Art meines Vorhabens bin ich genöthigt, häufig wissenschaftliche Ausdrücke zu gebrauchen; um lästige und langweilige Umschreibungen zu vermeiden, trug ich aber Sorge, einen jeden Ausdruck, da, wo er zuerst gebraucht wurde, zu erklären. Ein Verzeichniß der Abbildungen, welche dem Werke beigegeben sind, und zugleich eine tabellarische Uebersicht der Classification der Thiere nach Cuvier mit Beispielen aus den Familien von einer jeden Abtheilung, soll ebenfalls folgen; beides wird die Leser im Nachschlagen unterstützen. Die letztere Tabelle ist eine Copie derjenigen in meiner Einleitung zur menschlichen und vergleichenden Physiologie, die im Jahr 1826 herauskam, blos mit solchen Veränderungen, welche nöthig waren, um dieselbe mit der zweiten verbesserten Ausgabe des Werkes von Cuvier in Einklang zu bringen.

Der Verfasser.

Nachschrift des Uebersetzers.

Der Uebersetzer, der es übernommen hat, das vorliegende Werk zu bearbeiten, hält für angemessen, dem Verfasser der Urschrift aufs strengste zu folgen. Derselbe wird aber, um dem Werke mehr Vollständigkeit zu geben, die darin weniger beachteten Gegenstände, wie namentlich die Lehre von der menschlichen Stimme und von der Verdauung in einer Form zu geben suchen, die dem Layen sowohl verständlich seyn wird, als auch für den wissenschaftlich Gebildeten eine Darstellung des Gegenstandes nach dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaften abgeben soll. Er hält dieses für nöthig, um dem Werke diejenige Abrundung zu geben, welche es als ein für sich bestehendes Ganze nöthig hat, und glaubt, daß es alsdann in dieser Form selbst für den academischen Gebrauch kein unzweckmäßiges Handbuch werden könnte.

Inhaltsverzeichniß

des

ersten Bandes.

Einleitung.

Erstes Capitel.

Seite

Letzte Ursachen 1

Zweites Capitel.

Die Funktionen des Lebens 18

Erster Theil.

Von den mechanischen Funktionen.

Erstes Capitel.

Organischer Mechanismus.

§. 1. Die Organisation im Allgemeinen 37
" 2. Vegetabilische Organisation 41
" 3. Entwicklung der Pflanzen 52
" 4. Thierische Organisation 62
" 5. Muskelkräfte 83

Zweites Capitel.

Die mechaniſchen Eigenſchaften bei den Zoophiten.

Seite

§. 1. Allgemeine Beobachtungen 96
" 2. Porifera, oder Schwämme 100
" 3. Polypen (Polypifera) 110
" 4. Infuſorien 125
" 5. Acalephen 131
" 6. Echinodermata. 136

Drittes Capitel.

Mollusken.

§. 1. Ueber die Mollusken im Allgemeinen 146
" 2. Acephala 149
" 3. Gaſteropoden 156
" 4. Von der Structur und Erzeugung der Schalen der Mollusken 159
" 5. Pteropoden 177
" 6. Cephalopoden 178

Viertes Capitel.

Gliederthiere.

§. 1. Von den Gliederthieren im Allgemeinen 185
" 2. Anneliden 186
" 3. Arachniden 195
" 4. Cruſtaceen 198

Fünftes Capitel.

Inſecten.

§. 1. Flügelloſe Inſecten, Apertera 205
" 2. Geflügelte Inſecten 207
" 3. Von der Entwicklung der Inſecten 209
" 4. Waſſerlarven 215
" 5. Erdlarven 216
" 6. Das vollkommene Inſect, Imago 220
" 7. Waſſerinſecten 232

Seite

§. 8. Von der fortschreitenden Bewegung der Landinsecten . . . 234
„ 9. Vom Fluge der Insecten 238

Sechstes Capitel.

Wirbelthiere.

§. 1. Von den Wirbelthieren im Allgemeinen 251
„ 2. Von der Bildung und Zusammensetzung des Knochengewebes 254
„ 3. Von der Bildung und Entwicklung der Knochen 261
„ 4. Vom Skelet der Wirbelthiere 270

Siebentes Capitel.

Fische 286

Achtes Capitel.

Reptilien.

§. 1. Von den auf dem Lande lebenden Wirbelthieren im Allgemeinen 306
„ 2. Batrachier, froschartige Reptilien 307
„ 3. Ophidier, oder schlangenartige Reptilien 314
„ 4. Saurier, eidechsenartige Reptilien 321
„ 5. Chelonier, schildkrötenartige Reptilien 325

Neuntes Capitel.

Säugethiere.

§. 1. Von den Säugethieren im Allgemeinen 336
„ 2. Cetaceen 340
„ 3. Amphibienartige Säugethiere 344
„ 4. Von den vierfüßigen Säugethieren im Allgemeinen . . . 344
„ 5. Wiederkäuer 355
„ 6. Einhufer 367
„ 7. Pachydermen 371
„ 8. Nagethiere 374
„ 9. Insectenfresser 376
„ 10. Fleischfresser 379
„ 11. Vierhänder 382
„ 12. Der Mensch 386

Zehntes Capitel.

Von den Wirbelthieren, welche fliegen können.

Seite

§. 1. Federlose Wirbelthiere, welche zum Fluge geschaffen sind . 393

„ 2. Vögel 400

Einleitung.

I. Capitel.

Letzte Ursachen.

Es ist die edelste Beschäftigung für den menschlichen Geist, die Beziehungen zu untersuchen, in welchen der Mensch zu dem Schöpfer steht und es ist das Buch der Natur, welches ihm die Macht, Weisheit und Güte desselben offenbart. Welches Blatt wir darin aufschlagen, auf einem jeden finden wir sie mit unauslöschlicher Schrift niedergeschrieben. Der Mensch hat das hohe Vorrecht ihre Züge zu deuten und aus ihrer Betrachtung die Begriffe von Größe und Erhabenheit zu schöpfen und zu den Gefühlen des Dankes und der Bewunderung angeregt zu werden, welche die Seele erheben und verschönern und sie zu den Regionen eines reineren und erhabnern Wesens emportragen.

Ein Studium, welches eine so außerordentlich große Masse von Objecten sich zum Gegenstande macht, und welches sich mit so manchen für die ganze Menschheit wichtigen Fragen beschäftigt, muß nothwendigerweise schwierig seyn; es erfordert, wenn es mit Erfolg getrieben werden soll, das allereifrigste Bestreben des menschlichen Verstandes und das Zusammenwirken der verschiedensten Classen von Gelehrten, Lebensalter hindurch. Die Größe der Arbeiten wird durch den Erfolg der vorhergegangenen vermehrt; denn die Schwierigkeiten nehmen mit der Mannigfaltigkeit und Vervielfältigung der Gegenstände zu, und die Höhe, auf welche uns das vereinigte Streben von Jahrhunderten gebracht hat, läßt uns nur wieder einen weitern Horizont und die Aussicht auf fruchtbarere Gegenden der Untersuchung erblicken, bis zuletzt der Geist sich bewußt wird, daß seine

Kräfte nicht hinreichen, nur einen kleinen Theil des Weltalls zu überschauen, und er bei der Betrachtung der Unendlichkeit die uns umgibt, erschrickt. Jeden Augenblick sagt uns unsere Reflexion, daß der Theil der Natur, den wir erkennen können, in ein Nichts verschwindet, wenn wir ihn mit der Unendlichkeit des Raumes vergleichen, welcher nach jeder Seite hin die Sphäre unseres Gesichtes überschreitet, und den die menschliche Einbildungskraft zu fassen nicht im Stande ist. Unsere Kenntniß von dem Planetensystem, an welchem unsere Erde Theil nimmt, beschränkt sich beinahe auf die mathematischen Gesetze, welche fast allein die Bewegung der Körper, die den Erdkörper zusammen setzen, zum Grunde haben, und auf die Erkenntniß des Mechanismus des Himmels, von welchem neuere Untersuchungen uns gelehrt haben, daß ihm eine ganz bewundernswürdige Einrichtung zu Grunde liegt, damit seine Harmonie erhalten, und deren Fortdauer begründet werde. Noch weniger haben wir die Mittel, in die entfernteren Gegenden des Himmels einzudringen, denn was die Myriaden von leuchtenden Körpern betrifft, die jene Gegenden enthalten, so haben uns alle bisherigen Untersuchungen wenig mehr gelehrt, als daß sie vorhanden sind, daß ihre Menge zahllos ist, und daß sie in nicht mehr meßbaren Distanzen in dem ungeheuren Reiche des Raumes zerstreut sind.

Wenn man den Körper, den wir bewohnen, mit dem Maßstabe des Weltalls mißt, so erscheint er uns nicht anders als ein Atom; und doch, welche unerschöpfliche Verschiedenheit von Gegenständen ist in dem Umfang dieses Atomes enthalten, welche endlose Mannigfaltigkeit von Erscheinungen zeigen diese Gegenstände und wie wundervoll sind die Veränderungen, welche sich jeden Augenblick und mit so großer Schnelligkeit zutragen! Durch die ganze Reihe der Wesen, welche auf der Erde sind, zeigt sich eine so sorgfältige Anordnung, eine so bestimmte und zweckmäßige Verbindung, eine so große Mannigfaltigkeit in Absicht auf ihren Nutzen, daß sie wohl werth sind, unsere Wißbegierde zu erregen, und uns zu Untersuchungen aufzufordern. Wenn die Naturkörper, welche der Gegenstand der Astronomie sind, durch ihre bewundernswürdige Größe auf unsere Einbil-

dungskraft einen überwältigenden Eindruck machen, so sind im Gegentheile die kleinsten Naturgegenstände, welche mehr im Bereich unserer Sinne liegen, und eher der Gegenstand unserer Untersuchung seyn können, nicht weniger fähig, durch ihre bewundernswürdigen Eigenschaften uns Staunen und Ehrfurcht abzunöthigen. Die neueren Verbesserungen der Optik, welche unsern Gesichtskreis bis zu den entfernteren Regionen des Universums erweiterten, haben auf gleiche Weise die allerkleinsten Gegenstände der Natur unserem Auge näher gebracht, und uns viele Geheimnisse ihrer Struktur und ihrer Verhältnisse geoffenbart. Jedoch sagt uns unsere Vernunft, daß bei der unendlichen Theilbarkeit des Raumes immer noch Naturgegenstände existiren, welche von der Erkenntniß der menschlichen Sinne, wie sehr sie auch durch die Kunst unterstützt werden, noch weit entfernt sind; ja sogar Systeme, welche die Elementartheile der Materie zu ihrer Grundlage haben, Elementartheile, die durch ihre verschiedenen Bildungen Systeme über Systeme bilden, die sich auf die verschiedenartigste Weise verändern und unaufhörlich bewegen, eine immerwährende Reihe von Ursachen und Wirkungen zu Stande bringen, und für immer dazu bestimmt sind, unsichtbar zu seyn für menschliche Augen und unzugänglich für die Untersuchung der menschlichen Wissenschaft.

Wir sind also, in welchem Theile wir auch unsere Untersuchungen beginnen, immer sicher, zu gewissen Grenzen zu gelangen, in welchen unsere Kräfte eingeschlossen sind. In jeder Richtung steht uns die Unendlichkeit vor Augen, sowohl bei den aufsteigenden als auch bei den absteigenden Größen, und wir fühlen die Unfähigkeit unserer größten Anstrengungen, die Tiefen der Natur zu erforschen, um uns nur im geringsten einen angemessenen Begriff von der Weisheit der höchsten Intelligenz, von der Mannigfaltigkeit der Natur und von ihren letzten Gesetzen zu machen.

Ehe wir uns an ein Studium von so außerordentlicher Wichtigkeit wagen, von dem wir uns auf ein so weites Feld, das vor uns liegt, einlassen, ist es durchaus nöthig, mit Aufmerksamkeit zu untersuchen, welchen Weg der Gang der Ideen zu nehmen

hat, durch welche wir auf die Erkenntniß der verschiedenen Classen von Wahrheiten kommen, nach welchen wir trachten. Eine solche vorläufige Untersuchung ist um so mehr nöthig, als die Erforschung dieser Wahrheiten mit vielen abschreckenden Schwierigkeiten verknüpft ist, und indem sich gar verschiedene Quellen der Täuschung hier vorfinden, welche man in anderen Zweigen der Philosophie nicht vor sich hat. Der Gegenstand einer jeden menschlichen Erkenntniß ist besonders die Erforschung der Beziehungen, unter welchen die Erscheinungen entstehen, welche dem menschlichen Geist bekannt sind. Die Erscheinungen des Universums können betrachtet werden, als in dem Verhältnisse begriffen, wie Ursache und Wirkung, oder Mittel und Zweck; hieraus folgt nun, daß diese beiden Classen von Beziehungen verschiedene Arten der Erkenntniß verursachen, deren jede auf eine besondere Weise und durch eine verschiedene Art des Schlusses verfolgt werden muß; der Grund dieser beiden Arten der Erkenntniß ist im Wesentlichen derselbe, nemlich die immerwährende Consequenz, welche in der Folge der Wirkung auf die Ursache statt findet, und welche, wenn man sie auf eine gewisse Classe von Erscheinungen anwendet, das bestimmt, was wir Gesetze der Natur nennen. Es ist Aufgabe der Philosophie im eigentlichsten Sinne des Wortes, die Verhältnisse oder Gesetze, welche dieser Consequenz zu Grunde liegen, zu untersuchen, und die beobachteten Veränderungen in ein Verhältniß zu bringen, mit dem Unveränderlichen, was ihnen vorhergegangen ist, oder mit ihren Ursachen. Die unbekannte Kette, mit welcher diese Ursachen in Verbindung mit den sich auf sie beziehenden Folgen oder Wirkungen stehen, nennt man Naturkräfte. In Beziehung auf die Erscheinungen, welche rein mechanisch sind, ich meine die Veränderungen, welche in den bemerkbaren Bewegungen materieller Körper bestehen, heißen diese Kräfte mechanische Kräfte, und die Quantität, die Wirkungsart und der Charakter dieser Kräfte sind zu betrachten in Beziehung auf die Eigenschaften der entsprechenden Wirkungen, welche sie hervorbringen.

Dieses ist, durch Verfolgung der philosophischen Induction, durch Baco so schön entwickelt, daß die physicalischen Wissenschaften, welche durch schlecht geleitete Untersuchungen der früheren Zeit-

alter nicht weit vorgeschritten waren, zu einer so hohen Vollkommenheit gelangt sind, das wir gerechten Grund haben, uns über die Größe des menschlichen Geistes zu freuen. Bei der Untersuchung der Kräfte, welche uns die Erscheinungen des Lebens darbieten, begegnen wir Schwierigkeiten, welche unverhältnißmäßig größer sind als diejenigen, die der Erforschung der physikalischen Kräfte, durch welche die Theile der unbelebten Materie in Bewegung gesetzt werden, entgegen stehen. Der Elemente der unorganischen Welt sind wenige und einfache; die Verbindungen, welche sie darbieten, sind in den meisten Fällen leicht zu entwickeln, und die Kräfte, welche ihre Bewegungen leiten, oder ihre Verbindungen und Trennungen bewirken, können auf eine kleine Zahl zurückgeführt werden, so daß es in den meisten Fällen möglich ist, sie vorher zu sehen und durch Schlüsse genau zu bestimmen. Welches Gesetz z. B. kann einfacher seyn als das der Schwere, welcher alle materiellen Körper von jeder Größe, von jeder Gestalt oder andern Eigenschaften und von den verschiedensten Lagen, einer so gut wie der andere unterworfen sind, ein Gesetz, von welchem die neueren Astronomen mit vieler Wahrscheinlichkeit bewiesen haben, daß seine Erscheinungen sich bis auf die entferntesten Gegenden des Raumes erstrecken? In der Bewegung dieser erstaunlich großen Massen der Planeten, welche immerwährend in ihren vorgeschriebenen Kreisen umherrollen, ist die allerbeständigste Regelmäßigkeit zu bemerken; auch die kleinen Störungen, welche durch ihren gegenseitigen Einfluß bedingt werden, sind durch dasselbe Gesetz verursacht und daher nothwendig in gewisse Grenzen eingeschränkt, welche sie nicht überschreiten können und durch welche offenbar das Bestehen des Systemes gesichert wird. Alle Veränderungen der Erde, welche von diesen Bewegungen abhängen, haben auch dieselbe Beständigkeit. Dieselbe periodisch wiederkehrende Ordnung regiert die Aufeinanderfolge von Tag und Nacht, das Steigen und Fallen der Ebbe und Fluth, und den Wechsel der Jahreszeiten, eine Ordnung, die, so viel wir begreifen können, durch keine Ursache gestört werden kann.

Eben so bestimmt sind die Wirkungen der Cohäsion, der Elasticität und jeder andern, der mechanischen Kräfte der Anzie-

hung oder Abstoßung, welche in unmerklichen Entfernungen auf die Theilchen der Materie einen Einfluß ausüben. Wir sehen Flüssigkeiten in Folge von diesen Kräften sich in kugelartigen Massen sammeln, oder in Berührung mit festen Körpern gewisse krummlinige Formen annehmen, welche auf mathematische Weise genau bestimmbar sind; in andern Verhältnissen jedoch sehen wir diese Theilchen plötzlich ihre Stelle verlassen, indem sie sich in eine symmetrische Ordnung stellen, und so durch ihre Verbindung Crystalle bilden, die eine bestimmte Gestalt haben und deren Winkel und Seiten wiederum mit mathematischer Genauigkeit gebildet sind. Die Kräfte, durch welche ungleiche Theilchen sich zu einer chemischen Verbindung vereinigen, hat man die chemischen Affinitäten genannt, und die Art wie diese eigenthümlichen Kräfte wirken, ist eben so bestimmt und eben so gut vorherzusagen, als die vorige. Man hat nun erkannt, daß sie dem Gesetz bestimmbarer Proportionen unterthan sind, ein Gesetz, dessen Entdeckung der Chemie denselben Charakter der Genauigkeit verliehen hat, welcher das Eigenthum der vollendetsten Wissenschaften ist und welchen sie vorher nie erreicht hatte.

Die Erscheinung des Lichtes, der Wärme, der Electricität und des Magnetismus wurden auf gleiche Weise auf Gesetze zurückgeführt, die so einfach sind, daß sie ein ganz mathematisches Verfahren zulassen, und so genaue Resultate geben als andere Gesetze, bei denen dieses Verfahren anwendbar ist.

Auf welchen Theil der physikalischen Wissenschaften wir auch unsere Untersuchung geworfen haben, so begegnen wir immer derselben Regelmäßigkeit in den Erscheinungen, derselben Einfachheit in den Gesetzen und derselben Gleichförmigkeit in den Resultaten.

Alles ist genau bestimmt und einer strengen Regel unterworfen, Alles ist einem durchgehenden Princip der Ordnung unterthan. Der große Schöpfer des Weltalls hat bei seiner Construction die allerstrengste und genaueste Geometrie angewandt, mit einer niemals täuschenden Genauigkeit die Grenzen aller dieser Theile bestimmt, und jedem Elemente so wie jeder Kraft die ihr zukommende Sphäre und Grenze angewiesen.

Durchaus verschieden hievon ist der Anblick der lebenden Natur. Die Gegenstände, die sich hier unserem Anblicke darbieten, sind bezeichnet durch die grenzenloseste Mannigfaltigkeit, durch Verbindungen, die nicht mehr untersuchbar sind, durch immerwährende Veränderung. Unsere Aufmerksamkeit ist durch eine ungeheuere Mannigfaltigkeit von Gegenständen angereizt, welche in ihrem Mechanismus auf eine wunderbare Weise zusammengesetzt sind, ganz eigenthümliche Bewegungen zeigen, durch neue und unbekannte Agentien regiert werden, und mit ausgezeichneten und feinen Kräften ausgestattet sind. Anstatt der einfachen Verbindungen von Elementen, anstatt der einfachen Eigenschaften mineralischer Körper, zeigen alle organische Gebilde und auch die kleinsten von ihnen außerordentlich zusammengesetzte Apparate, und so verschiedenartige und scheinbar so gesetzlos auf einander folgende Erscheinungen, daß es durchaus unmöglich ist, sie auf die Gesetze zurückzuführen, welche die unbelebte Materie regieren. Wir wollen mit frischem Muthe daran, die neue Welt zu betrachten, die sich unserem Blicke eröffnet.

Wohlan denn, wenden wir uns von der Betrachtung der passiven Gegenstände der materiellen Welt hinweg und lenken wir unsere Aufmerksamkeit auf das bewegte Schauspiel der belebten Geschöpfe, wo Scenen von Wunder und Staunen in unendlicher Mannigfaltigkeit vor uns ausgedehnt liegen, wo das Leben in seinen immer wechselnden Formen dem Auge in jeder Region begegnet, in welche wir unsere Untersuchung ausdehnen können, und wo jedes Element und jedes Clima durch vielfältige Gattungen von sinnbegabten Wesen bevölkert ist, denen allen die Gabe des Lebens und die Mittel es zu genießen verliehen ist. Unsere Neugierde wird durch Erscheinungen, mit welchen unsere eigene Wohlfahrt so innig verknüpft ist, mit Macht angeregt, und Erscheinungen dieser Art sind doch alle diejenigen, welche sich auf das Thierleben beziehen, so, daß wir durchaus ein lebhaftes Interesse an der Geschichte der Wesen nehmen müssen, die so große Analogie mit uns selbst haben; gleich uns die Fähigkeit besitzen, sich willkührlich zu bewegen, gleich uns von Begierden und Leidenschaften angetrieben werden und, wie wir, genießen und dulden

können. Gibt es wohl ein schöneres Schauspiel als ein Thier zu sehen in der vollen Kraft seiner Gesundheit, in der freien Ausübung seiner Kräfte, das sich in seinem natürlichen Element ergötzt, an der Wonne seiner Existenz sich vergnügt, und durch seine unaufhörlichen lustigen Sprünge die Größe seiner Behaglichkeit kund thut?

Wir dürfen nur eine cursorische Uebersicht über das Heer der lebenden Geschöpfe bekommen, welche über jeden Theil des Erdrunds in so großer Zahl verbreitet sind, um ein tiefes Erstaunen über die unbegreifliche Mannigfaltigkeit von Formen und Constructionen, mit welchen die Thierwelt durch die Schöpferkraft versehen ist, zu fühlen. Was kann mehr dazu beitragen, unsere Bewunderung zu erwecken, als die verschiedenen Formen, die wir bei den Insecten sehen, welche alle bei endlosen Modificationen der Gestalt, dennoch nach einem einzigen allgemeinen Bildungsplan, eine gewisse Gleichförmigkeit beibehalten? Die Zahl bestimmterer Gattungen von bis jetzt bekannten und beschriebenen Insecten kann man nicht geringer als auf 100,000 annehmen, und doch kommen jeden Tag neue dazu.*) Wie herrlich ist nicht minder das Feld, das für die Betrachtung des Naturforschers geöffnet ist, bei den verhältnißmäßig größeren Landthieren, welche Mannigfaltigkeit ist bei den verschiedenen Gattungen der Säugethiere und der Reptilien ersichtlich; und welche endlose Verschiedenheit zeigt sich in ihren Gewohnheiten, Instincten und Characteren. Wie ausgedehnt ist allein das Studium der Classe der Vögel! Die Natur hat in ihren Bau jede Formverschiedenheit verwoben, welche mit einer Uebereinstimmung, mit einem allgemeinen Verhältnisse der Formen, und zugleich mit dem Gesichtspuncte vereinbar war, daß diese Thiere die Fähigkeit haben sollten, sich durch das leichte Element der Luft zu bewegen. Welche Masse von Geschöpfen ist in dem weiten Raume des Oceans verbreitet, durch welchen so verschiedene und so wenig gekannte Heere von Thieren sich bewegen! Allein die verschiedenen Bildungen der Fische sind in Absicht auf Ge-

*) Vier Fünftel der bis jetzt bekannten Insecten sind in den letzten neunzig Jahren entdeckt worden, denn im Jahre 1743 schätzte Ray die Totalsumme der Gattungen nur auf 20,000.

stalt und in Absicht auf Eigenschaften unendlich. Jedoch weit merkwürdiger und weit weniger bestimmten Gesetzen unterthan, sowohl was die äußere Form als auch was die innere Organisation betrifft, sind die zahlreichen Ordnungen von lebenden Wesen, welche die niederen Abtheilungen des Thierreichs in sich begreifen: die Einen in unzähligen Myriaden auf der Oberfläche der Gewässer schwimmend; die Andern in den unzugänglichsten Tiefen des Oceans verweilend; wieder Andere an Muschelschaalen angewachsen oder an andere harte Gebilde gefesselt, die das Product ihrer eigenen Körper sind, welche mit der Zeit durch ihre Anhäufung enorme unterseeische Gebirge errichten, die oft von unergründlichen Tiefen zur Oberfläche empor steigen. Was für herrliche Ansichten von Naturgebilden hat uns nicht das Microscop erschlossen, wo wir sehen, daß ein kleiner Tropfen Flüssigkeit mit einer ganzen Welt von unzählbaren kleinen Thieren bevölkert ist, welche beinahe jede Flüssigkeit in der Natur bewohnen? Man hat eine unglaubliche Anzahl von Gattungen unter diesen Thierchen entdeckt und gesehen, daß jedes Thierchen mit ganz besondern eigenthümlichen Organen versehen ist, die Kraft besitzt, sich willkührlich zu bewegen, und unzweideutige Beweise von einem individuellen Leben von sich gibt. Die neuen Beobachtungen des Professor Ehrenberg haben die Existenz von Monaden bewiesen, welche nicht größer als der 24tausendste Theil eines Zolles sind und welche in der Flüssigkeit, worin sie sich befinden, in so großer Anzahl vorhanden sind, daß die Zwischenräume zwischen ihnen nicht mehr betragen als ihr eigener Durchmesser. Man hat die Berechnung gemacht, daß jede Cubiclinie, welche nahe zu die Größe eines Tropfens ist, 500 Millionen von diesen Monaden enthält, eine Zahl, welche ungefähr der Zahl der Menschen gleich kommt, die die Oberfläche der Erde bewohnen.

Wenn wir jede Region des Erdballs, von dem brennenden Sande des Aequators an bis zu den eisigen Revieren der Pole, oder von den erhabenen Spitzen der Gebirge bis zu den dunklen Abgründen der Tiefe, durchschauen, wenn wir in die Schatten der Wälder eindringen oder in die Höhlen und die tiefsten Schlüfte der Erde, ja wenn wir den kleinsten Theil von stehenden Wassern

in das Auge faſſen, ſo begegnen wir immer dem Leben in neuen und unerwarteten Formen, jedoch immer den Umſtänden, wo es vorkommt, angemeſſen. Wo nur immer Leben unterhalten werden kann finden wir daſſelbe. Es ſcheint überhaupt, daß die Natur*) dadurch ſo verſchwenderiſch und ſo mannigfaltig in ihren Productionen erſcheint, weil die Intenſität der Lebenskraft ſelbſt in den kleinſten Theilchen von Materie, ſelbſt unter den ſcheinbar ungünſtigſten Verhältniſſen, Stoffes genug findet, um zur Erzeugung organiſirter Weſen beizutragen.

Die Pflanzenwelt iſt nicht weniger reich an Wundern als die Thierwelt. In dieſer, wie in allen andern Theilen der Natur, findet der Verſtand ein weites Feld, ſich zu üben und ſich zu vergnügen. Die Unterſuchung der verſchiedenen Charactere der Pflanzen, bei der unendlichen Verſchiedenheit der Geſtalt, der Farbe, der Structur, welche ſie unſerer Beobachtung darbieten, iſt eine mühſelige aber ſehr angenehme Beſchäftigung für den Botaniker. Auch hier verlieren wir uns in Bewunderung bei der unendlichen Mannigfaltigkeit von Formen, welche die unzählige Maſſe von Gattungen, die in dieſem Naturreich enthalten ſind, unſerem Anblick darbietet, und bei der Stärke jener vegetativen Kraft, welche bei ſo großen Verſchiedenheiten der klimatiſchen Lage das eigenthümliche Leben einer jeden Pflanze unterhält und die Gattungen immer fort neu erzeugt. Wo nur auch immer die Umſtände die Exiſtenz von Pflanzen erlauben, ſehen wir ſie auch entſtehen. Es iſt genau bekannt, daß aller Orten, wo Vegetation ſich einmal feſt geſetzt hat, die Keime ſo mit dem Boden vermiſcht ſind, daß wenn man auch von beträchtlichen Tiefen Erde an die Luft bringt, man bald Pflanzen darauf entſtehen ſieht, gerade wie wenn ſie eben geſäet worden wären; dieß iſt die Folge der Entwicklung von Saamen, welche vielleicht manche Jahrhunderte

*) Um die zu häufige und daher unehrerbietige Anführung des großen Namens des höchſten Weſens, bei Unterhaltungen über die Wirkungen ſeiner Macht zu vermeiden, bin ich in dieſem Werke dem gewöhnlichen Gebrauche gefolgt, das Wort Natur als gleichbedeutend dafür anzuwenden. Es drückt dieſelbe Macht aus, aber verhüllt unſerm ſchwachen Auge den allzu blendenden Glanz ihrer Glorie.

hindurch verborgen gelegen sind. Inseln, welche durch Corallenriffe entstehen und welche über den Spiegel der See sich erhoben haben, bekommen in einer kurzen Zeit einen grünen Ueberzug. Selbst die allerunfruchtbarsten Felsen und sogar die frische Asche und Lava der Vulkane, gibt der Natur Mittel an die Hand, Pflanzen zu erzeugen. Die kleinste Spalte, die kleinste Unebenheit, ist hinreichend um die unsichtbaren Keime, welche überall in der Luft umherschwimmen, aufzuhalten und so Mittel und Wege zu geben zur Erzeugung ganz kleiner Arten von Flechten und Moosen. Bald überziehen diese die Oberfläche, und im Verlaufe von wenigen Jahren folgen auf sie Pflanzengattungen von gradweise vermehrter Größe und Stärke, so daß zuletzt eine Insel oder jedes andere begünstigte Fleckchen Land in einen neuen natürlichen üppigen Garten verwandelt ist, dessen Pflanzenproducte sich zu Sträuchern und Bäumen erhoben haben, und alle Mannigfaltigkeiten der fruchtbaren Wiese, des verwickelten Dickichts, und des weit sich ausdehnenden Forstes darbieten. Sogar in den wüsten Ebenen der heißen Zone wird das Auge des Reisenden durch die Erscheinung von einigen strauchartigen Pflanzen, welche in diesen heißen Gegenden hinlänglichen Stoff zu ihrem Wachsthum finden, und in den Regionen des ewigen Schnees der Schiffer zuweilen durch den Anblick von scharlachrothen Feldern in Erstaunen versetzt, welche das Resultat von einer microscopischen Vegetation sind. *)

Was auch der Naturforscher bei den Beschäftigungen, denen er sich gewidmet hat, für Reize finden und wie weit auch das Feld auf dem er sich bewegt, seyn mag, es ist auch gewiß hinreichend, die ausgebreitetste Neugierde eines Philosophen zu befriedigen. Die passive Bewegung des Erstaunens, mit welcher sich ein geringerer Verstand begnügt, dient bei demjenigen, der zu denken gelernt hat, dazu, in ihm die Begierde zu erwecken,

*) Der rothe Schnee, welcher den 17. August 1818 bei der Nord-Expedition des Capitains Roß in der Baffinsbay entdeckt wurde, verdankte seine Farbe kleinen Schwämmen oder microscopischen Pilzen, welche auf der Oberfläche des Schnees, als ihrem natürlichen Aufenthalt, wachsen. Siehe Philosophical Transactions für 1820, S. 165.

seine Kenntnisse zu erweitern. Mit dem glühenden Wunsche nach Untersuchungen erfüllt, kann er bei dem Gefühl, welches das glänzende Schauspiel der belebten Welt, das die Natur ihm vor Augen gebracht hat, in ihm erregt, nicht unbewegt bleiben; freilich hat sie die geheimeren Kräfte des Lebens mit einem dichten Schleier bedeckt und die Triebfedern, mit welchen sie das Ganze bewegt, seinen Augen verborgen. Mit der Hoffnung, die Vorgänge der Natur zu entdecken, beeilt sich der Naturforscher, die einzelnen Theile, aus welchen organische Wesen bestehen, zu untersuchen, bis in das kleinste Detail die Anatomie der Theile zu verfolgen, und die Natur gewisser Thätigkeiten, welche in diesen Theilen vorgehen, zu bestimmen. Jedoch erdrückt durch die Vielfältigkeit der Gegenstände und durch die Verworrenheit der Erscheinungen im Stiche gelassen, wird er bald durch die Größe und Schwierigkeit der Untersuchung abgeschreckt; er findet, daß diese Arbeit von keinem Nutzen ist, wenigstens von keinem Nutzen zur Anwendung auf die Theorie, und daher bemüht er sich, eine sorgfältige und genaue Kenntniß von allen Umständen und Verhältnissen zu bekommen, welche sich auf die Geschichte und Bedingungen des Lebens beziehen, und zwar von der ersten Spur seiner Entstehung an bis zu seinem Erlöschen. Wenn man den Ursprung der lebenden Wesen untersucht, so lernt man, daß jedes, sey es nun Thier oder Pflanze, seine Entstehung aus einem unbegreiflich kleinen Atome nimmt und nach und nach durch successive Aufnahme neuer Materie, welche aus fremden Quellen kommt, und durch einen unbekannten aber sehr künstlichen Prozeß in die Substanz des lebenden Geschöpfes verwandelt wird, an Größe zunimmt. Wenn man der progressiven Entwicklung der Organe folgt, so beobachtet man, daß sie verschiedenen Modificationen unterworfen sind, z. B. neue Formen annehmen, welche gewisse begrenzte Epochen in dem allgemeinen Wachsthum des Systemes bezeichnen. In vielen Fällen, namentlich bei den niederen Ordnungen der Thiere, sieht man, daß das nämliche Individuum in einer gewissen Zeit Veränderungen verschiedener Art durchmacht, und in manchen Lebenszeiten kommt das Thier oft wieder zum Vor-

ſchein mit neuen Organen, neuen Fähigkeiten und neuen Lebensbedingungen, und vollendet ſeine Methamorphoſen eben ſo vollſtändig, als die Fabelthiere, welche in den Dichtungen des Alterthums vorkommen. Nach und nach kommt nun eine Periode, wo das Thier ſeinen Wachsthum vollendet und ſeine Reife erlangt hat, in deren Folge deſſen es im vollen Beſitz ſeiner Kräfte iſt. Jedes Organ hat nach und nach ſeine vollſtändige Entwicklung erlangt und ſeine Kräfte mit denen vereinigt, welche vorher ausgebildet waren. Damit indeſſen alle Organe, welche auf dieſe Weiſe mit einander verbunden worden waren, in gehöriger Harmonie ſtehen, ſo iſt es, damit das ganze Syſtem in einem Zuſtand erhalten werde, in welchem die Lebensfunctionen ausgeführt werden können, durchaus nöthig, daß die Materialien, welche zur Zuſammenſetzung der Organe gebraucht werden, eine gewiſſe, zwar langſame, allein beſtändige Erneuerung erfahren. Der nemliche Cirkel von Thätigkeiten, und Entgegenwirkungen, welche ſie in den Zuſtand der Vollendung gebracht haben, muß immerwährend wiederholt werden, ſo daß ein gehöriges Verhältniß zwiſchen dem Verbrauch und der Wiedererſtattung der Materialien feſtgehalten wird. Nach einer gewiſſen Zeit indeſſen beginnt, obgleich die Umſtände die allergünſtigſten ſind, das Gleichgewicht zu wanken, die Energie des Syſtemes wird ſchwächer und der Ernährungsprozeß iſt nicht mehr hinreichend, den Verluſt der Subſtanz des Körpers wieder gut zu machen. Die Flüſſigkeiten werden ſchneller, als ſie wieder erneuert werden können, weggeſchafft. Die Kanäle, durch welche ſie fließen, werden mehr und mehr verſtopft und hören auf in die Länge den Flüſſigkeiten Durchgang zu gewähren. Die feſten Theile werden hart und ſtraff. Gleichwie bei einer Maſchine, in welcher die Räder abgenützt ſind, und die Federn ihre elaſtiſche Kraft verloren haben, ſo kann in dem Körper der Thiere, bei vorgerücktem Alter, das kleinſte Hinderniß, welches ihm entgegegen tritt, die Bewegung des ganzen Syſtemes aufhalten, und wenn dieſes einmal aufgehalten iſt, ſo iſt jede Erneuerung unmöglich. Die Natur hat jedem lebenden Weſen eine gewiſſe Periode für ſeine Dauer angewieſen. Ebenfalls muß der thieriſche Organismus, wenn er den äußern

Einflüssen entzogen wird, früher oder später zu Grunde gehen, durch die unwandelbare Wirkung derselben innern Ursachen, welche im Anfange seine Entwicklung und sein Wachsthum bewirkt haben, und welche unzertrennlich mit den Bedingungen des Lebens verwoben sind.

Sehr zahlreich sind jedoch die äußeren und zufälligen Einflüsse, welche die Zerstörung lange vor der Zeit des natürlichen Todes herbeiführen. Wie schlagend ist nicht der Contrast dieser Zufälle, mit der Scene, welche wir eben betrachtet haben, der Anblick eines Thieres in der vollen Kraft seines Lebens, welches rasch durch die Ebene springt oder durch die Wellen gleitet oder in den hohen Regionen der Luft schwebt, mit dem Anblick desselben Thieres, das einen Augenblick darauf zu unsern Füßen ausgestreckt liegt, der Sinne und Bewegungen mit einem Male beraubt, beraubt aller Eigenschaften und Kräfte, welche dem Leben eigen sind. Unwillkührlich wirft man sich die Frage auf, welche überirdische Kraft es gewesen seyn muß, die aus kleinen Theilen der Materie lebende Wesen schuf, welche die chemischen Verhältnisse der Verwandlung der Nahrungsstoffe in thierische Säfte, und die Verwandlung dieser wieder in mehr oder weniger zersetzte Stoffe ordnete, welcher Mechanismus das Geschöpf gebaut hat, aus welcher erhabenen Quelle ihm seine wunderbaren Fähigkeiten zugeströmt sind!

Wenn es ja möglich ist, einen Schlüssel zu den Irrgängen dieses verschlungenen Labyrinthes aufzufinden, so kann dies nur durch erfolgreiches Studium der Physiologie geschehen. Ehe wir uns jedoch in dieses schwierige Studium einlassen, so müssen wir zuvor die Methoden untersuchen, nach welchen wir diese Wissenschaft zu behandeln haben.

Der Gegenstand der Physiologie ist einmal eine genaue Untersuchung der Erscheinungen des Lebens und dann die Aufsuchung und Festsetzung der Gesetze, welche diese Erscheinungen beherrschen; beides aber in der Anwendung auf die verschiedenen Individualitäten, welche mit Leben begabt sind, die zu betrachten sind in Beziehung auf die verschiedenen Familien, welche ihre Gattungen, Geschlechter, Haufen, Ordnungen und Classen aus-

machen, und endlich, in so fern diese Gesetze in ihrer Gesammtheit die organisirte Welt bilden. Diese eigenthümlichen Gesetze, deren Untersuchung der Gegenstand der Physiologie ist, können, wie ich früher angeführt habe, auf verschiedene Weise gefunden werden. Die eine Art, welche blos die Beziehung von Ursache und Wirkungen betrachtet, beschäftigt sich mit den natürlichen Kräften der Materie, mit den Gesetzen, welche die rein physicalischen Erscheinungen in ihrer Aufeinanderfolge und in jedem Grade reguliren. Diese Erscheinungen bestehen in Veränderungen unter den Theilchen der Materie, seyen diese nun mechanischer oder chemischer Natur; oder in den Wirkungen der unwägbaren physicalischen Agentien, wie die Wärme, das Licht, die Electricität und der Magnetismus. Hierzu gehören auch Erscheinungen, welche in organisirten Wesen vorkommen, und die sich auf die Wirkung gewisser physicalischer Werkzeuge zurückführen lassen; sie sind gewissen Bildungen eigenthümlich und von gewissen Organen abhängig, wie von der Zusammenziehung der Muskeln und der Reizung der Nerven, welches aber Erscheinungen sind, die, wie wir später finden werden, durchaus nicht den oben angeführten Gesetzen unterthan sind, sondern besonderen Lebensgesetzen folgen. Auf die zweite Weise findet man diejenigen Gesetze, welche ihren Grund in der Beziehung der Mittel zum Zweck haben, und welche gewöhnlich letzte Ursachen genannt werden. Sie begreifen in sich die Thätigkeit des Geistes in Verbindung mit der Thätigkeit der Materie. Diese setzen einen Plan, einen Zweck voraus; eine Voraussetzung, in welcher Verstand, Denkungskraft, Beweggründe, Willen enthalten sind, lauter Agentien, welche die vereinte Thätigkeit von Kräften und von Werkzeugen, die auf den gewünschten Zweck hinarbeiten, erfordern, wenn sie ihrer Bestimmung entsprechen sollen; — ebenso die Kenntniß der Eigenschaften der Materie, die Auswahl der betreffenden Mittel und die Kraft, dieselben auf eine zweckmäßige und wirksame Weise zu verwenden. Diese Zwecke können an sich allgemeineren Objecten unterworfen und diese Objecte wiederum können entfernteren Zwecken untergeordnet seyn, so daß das Ganze einen systematischen Plan von Thätigkeiten begreift, die auf die umfassendste Weise zur allgemeinen Wohlfahrt hinführen.

Das Studium dieſer letzten Urſachen drängt ſich ſchon bei der oberflächlichſten Betrachtung der Natur unſerer Aufmerkſamkeit auf; es iſt unmöglich, den Charakter einer Abſicht der jedem Theile, ſowohl der vegetabiliſchen als auch der animaliſchen Organiſation, unauslöſchlich aufgedrückt iſt, und welcher die ganze Reihe der Erſcheinungen in den innigſten Einklang mit ihrer Entſtehungsweiſe bringt, zu verkennen. Microſcopiſche Unterſuchungen lehren uns, daß der Embryo jedes organiſchen Weſens bei einer beſtimmten Zeit ſeiner Ausbildung, die Anfänge des künftigen Thieres oder der künftigen Pflanze enthält, in welche er nach und nach durch eine geringe aber allmählig fortſchreitende Erweiterung und Entwicklung aller ſeiner Theile verwandelt wird. Die folgenden Erſcheinungen der Ernährung haben weiter nichts zu thun, als die bereits entworfenen Grundzüge des lebenden Weſens auszufüllen. Obgleich jedoch dieſe Wirkungen uns ſo ganz alltäglich ſind, ſo ſind ſie, genau betrachtet, nicht weniger in Dunkel gehüllt und nicht weniger im Stande, uns mit Staunen zu erfüllen. Wenn man ſagt, daß ſie das Ergebniß von Zufällen ſeyen, ſo erklärt man dadurch nichts; und es iſt eben ſo viel werth als wenn man behauptet hätte, ſie haben gar keine Urſache. Jeder, der gewohnt iſt, auf den Gang ſeiner eigenen Gedanken Achtung zu geben, muß fühlen, daß ein ſolcher Schluß der ganzen menſchlichen Denkungsweiſe entgegen iſt, denn, Alles wohlerwogen, ſo können wir nur nach dem Princip denken, daß für jede Wirkung eine ihr entſprechende Urſache vorhanden ſeyn müſſe; oder mit andern Worten, daß eine unabänderliche Ordnung den Veränderungen, welche in der Welt vorgehen, zu Grunde liege. Wenn man auch zugibt, daß alle Erſcheinungen, welche wir erblicken, die Wirkungen gewiſſer Urſachen ſind, ſo möchte doch behauptet werden, daß dieſe Urſachen uns durchaus unbekannt ſind, und daß das Auffinden derſelben außer dem Bereiche unſerer Fähigkeit liegt. Das Argument iſt aber blos ſcheinbar, weil es nur in einer beſondern, und dabei ſehr beſchränkten, Beziehung wahr iſt. Diejenigen, welche auf ihm beſtehen, ſcheinen nicht gewahr zu werden, daß ſeine allgemeine Anwendung im eigentlichſten

Sinne die Grundvesten einer jeden Art von Erkenntniß und namentlich derjenigen, deren Basis wir als die festeste betrachten, erschüttert. Gesetzt, es sey auch, daß wir nichts in seiner Ursache erkennen, und alles was wir erkennen können, nichts weiter ist, als daß ein Ereigniß auf das andere mit unabweichbarer Beständigkeit folgt; so werden wir finden, wenn wir der Sache auf den Grund gehen, daß wir von der Existenz keines Dinges eine sichere Kenntniß haben, ausgenommen von den Gefühlen und Ideen, welche in unserer Seele wirklich vorgehen und deren wir nothwendig bewußt werden. Unser Glauben in Absicht auf die Existenz der außer uns befindlichen Dinge, in Beziehung auf die Veränderung, die sie erleiden, und in Hinsicht auf physicalische Eigenschaften, die sie besitzen, beruht auf einem andern Grunde, nämlich auf der Richtigkeit unserer Sinne, und dieses ist das Resultat der Schlüsse, welche unser Geist nach seiner Construction nothwendig machen muß. Wir können aus einer ähnlichen Quelle die Ueberzeugung schöpfen, die uns unwiderstehlich aufgedrungen wird, daß es außer unsern eigenen Körpern nicht nur andere materielle Gegenstände gebe, sondern auch noch andre intellectuelle Wesen, als wir. Wir können nirgends diese außer uns befindlichen geistigen Kräfte sehen oder fühlen; eben so wenig als wir die Ursache der Schwere oder die feinen Quellen der Electricität und des Magnetismus sehen oder fühlen können. Nichts desto weniger glauben wir aber, daß das Eine und das Andere vorhanden sey; und es geschieht blos deswegen, weil wir deren Existenz von gewissen Eindrücken herleiten, die auf unsere Sinne gemacht worden sind, Eindrücke, auf welche allein mit metaphysischer Strenge unsere Erkenntniß gebaut werden kann. Jemehr wir in der Erkenntniß der Naturkräfte fortschreiten, und je mehr wir die Structur und Organisation lebender Wesen kennen lernen, je besser wir den Zweck einsehen lernen, zu welchem manche Apparate und Constructionen vorhanden sind, desto mehr werden wir einsehen, mit welcher weisen Absicht und wie planvoll alles in der Natur zu den nothwendigen Zwecken vereinigt ist. Wenn wir die allgemeine Tendenz von analogen Bildungen erkennen, so ist es uns oft möglich, Zwecke zu erkennen, die oft nur schwach ange-

deutet ſind und wir können ſuchen auf dieſe Weiſe das Einzelne mit allgemeinen Geſetzen in Einklang zu bringen. Wenn wir uns mit den Characteren einer Schrift bekannt gemacht haben, welche gut leſerlich iſt, ſo lernen wir nach und nach die dunkeleren Zeichen entziffern, und vermögen auf dieſe Weiſe den Sinn von Abſchnitten herauszubringen, die uns ſonſt nur fragmentenweiſe und entſtellt zu Geſichte kämen. Wir werden auf dieſem Wege mehr und mehr der Anſchauung der Grundſätze und Geſetze nahe kommen, welche die Natur im Innerſten zuſammen halten, und uns von der Macht, der Weisheit und Güte Gottes würdige Vorſtellungen bilden.

II. Capitel.

Die Functionen des Lebens.

Soweit wir im Stande ſind den Zweck zu erforſchen, den die Gottheit bei der Erſchaffung der Thierwelt vor ſich hatte, können wir folgende Rückſichten feſtſetzen. Die erſte bezieht ſich auf die Wohlfahrt eines jeden Individuums in Beziehung auf die ganze Sphäre ſeiner Exiſtenz als empfindendem Weſen, und auf die Mittel, ſein Leben fortzuſetzen, wovon ſeine Exiſtenz abhängig iſt. Die zweite begreift die Anſtalten in ſich, welche gemacht wurden, um die Lücken auszufüllen, die bei dem gegenwärtigen Zuſtande der Natur aus der immerwährenden Zerſtörung des Lebens entſpringen, dadurch, daß für die Vermehrung der Species und die Erhaltung der Gattung, zu welcher ein jedes Thier gehört, geſorgt ward. Die dritte ſchließt alle diejenigen Anordnungen in ſich, welche gemacht wurden, das Syſtem bei der unendlichen Vermehrung einer jeden Species in Ordnung zu erhalten, und daſſelbe den Folgen dieſer Vermehrung anzupaſſen. Die vierte Claſſe bezieht ſich auf ein ſyſtematiſches Haushalten in dem Plan der Organiſation, durch welchen alle die vorhergenannten Rückſichten

am besten und am zweckmäßigsten gesichert werden. Ueber Jeden von diesen Gegenständen der Untersuchung werde ich einige Bemerkungen machen.

Was die Wohlfahrt eines jeden Thieres betrifft, so liegt auf der Hand, daß dieser durch die Gabe der Sinnenempfindung am besten in der Natur entsprochen wurde; dahin mußten alle Einrichtungen des thierischen Organismus und alle Aeußerungen der Lebenskraft am Ende hinstreben. Was hätte ein rein vegetatives Leben das Wesen genützt, welches mit ihm begabt war, wäre dasselbe nicht mit der Fähigkeit zu fühlen ausgestattet und wären nicht die Gefühle, welche aus dieser Quelle entspringen, mit Vergnügen verbunden? Blos durch einen Analogieschluß nach dem Maßstabe der Gefühle, welche wir selbst erfahren, schreiben wir anderen fühlenden Wesen ähnliche Gefühle zu, und wir folgern die Existenz solcher Gefühle aus den Erscheinungen, welche sie darbieten. Wo diese Erscheinungen des Gefühles sehr bestimmt sind, so finden wir, daß sie von einer ganz besonderen Organisation herkommen, und von der Thätigkeit eines besonderen Theiles dieser Organisation, welche man die Nervensubstanz heißt. Einer besonders abgetheilten Masse dieser Substanz, welche im Inneren des Körpers ihren Sitz hat, sorgfältig geschützt gegen alle äußeren schädlichen Einflüsse, hat man den Namen Gehirn beigelegt.

Die Gefühle, zu deren Erregung das Gehirn das materielle Werkzeug oder das unmittelbare Organ ist, entstehen von gewissen Eindrücken, welche auf die einzelnen Theile des Körpers gemacht, und durch die Hülfe gewisser Fäden der Nerven, die aus einer ähnlichen Substanz bestehen, zu jenem Organ hingeleitet werden. Auf diesem Wege ist dafür gesorgt, daß zwischen dem fühlenden Princip und den äußern Gegenständen, durch welche die Thätigkeit jenes Princips erregt wird, und auf welche es durch die Elemente aller seiner Eigenschaften, sowohl durch das Gefühl als durch den Verstand reagirt, eine Verbindung eingeleitet ist. Ein beträchtlicher Theil dieser Abhandlung wird sich mit der Entwicklung einer Reihe von Mitteln befassen, durch welche von äußeren Gegenständen Ein-

drücke auf die geeigneten Organe gemacht werden, welche dazu bestimmt sind, sie zu sammeln und aufzunehmen, so daß sie nicht allein verschiedene Empfindungen erwecken, sondern daß sie auch zu einer Kenntniß der Existenz und der verschiedenen Eigenschaften der Gegenstände führen, die sie hervorbringn. Die letztere Fähigkeit wird Perception genannt.

Jedoch war es nicht der Zweck der Vorsehung, die Thiere, welche sie bildete, blos mit der alleinigen Fähigkeit zu begaben, daß sie von den sie umgebenden Gegenständen angeregt werden, um dadurch verschiedene Gefühle des Vergnügens und Mißvergnügens zu erhalten, ohne die Kraft zu besitzen, diese Wirkungen unter einander zu vergleichen und auf jene Gegenstände wieder zurückzuwirken. Die Fähigkeit der Empfindungen und Perception und das Vergnügen einer jeden sie betreffenden Wirkung, wäre für Wesen, welche dazu bestimmt wären allein passiv zu seyn, nicht nur eine unnütze, sondern auch eine verderbliche Gabe gewesen. Dieselbe wohlthätige Macht, welche diese Gaben verlieh, hat die Gabe der willkührlichen Bewegung damit vereinigt, durch welche das Thier nicht nur im Stande ist, sich in den Besitz solcher Gegenstände zu setzen, welche ihm Annehmlichkeit gewähren und solche von sich zu weisen, welche ihm nutzlos oder schädlich sind, sondern wodurch es sich auch von einem Orte zum andern bewegen kann, und dadurch in den Stand gesetzt wird, den Kreis seiner Perceptionen und seiner Kräfte zu erweitern. Dieselbe Masse von Nervensubstanz, welche wir unter dem Namen von Gehirn als das Organ der Empfindungen erkannt haben, ist gleichfalls, wie wir später sehen werden, das Organ des Willens; und die Organe, welche die Befehle des Willens von dem Gehirne aus zu dem mechanischen Apparate bringen, der zur Bewegung bestimmt ist, sind wiederum gewisse Nervenfäden, jedoch sind diese Nervenfäden von denen, welche zur Vermittlung des Gefühls dienen, verschieden.

Nächst den Organen des Gefühls und der Perception, sind die Organe der willkührlichen Bewegung von Wichtigkeit.

Diese haben zweierlei Arten von Thätigkeiten zum Gegenstand; einmal das Bestehen eines gewissen Mechanismus, welcher die Cohäsion, Stärke und die Beweglichkeit besitzt, die für die ver-

ſchiedenen Thätigkeiten, welche das Thier auszuführen hat, erfordert wird; und zweitens, die Begründung einer gewiſſen Kraft, welche fähig iſt, der mechaniſchen Kraft beizuſtehen um die Maſchinerie in Bewegung zu ſetzen. Mit dieſen beiden Gegenſtänden mußten nun verſchiedene Hülfsapparate verbunden werden, welche für die Unterhaltung und den Schutz dieſer Verbindungen ſorgten und andere mechaniſche Bedingungen der Organe des Körpers ausführten. Es wird gut ſeyn, dieſe unter einem einzigen Capitel zuſammen zu faſſen, und ſie als den Zuſammenfluß der mechaniſchen Functionen der thieriſchen Oeconomie zu betrachten. Sie werden einen beträchtlichen Theil unſerer Aufmerkſamkeit in dieſem Werk in Anſpruch nehmen, indem ſie uns die klarſten und handgreiflichſten Beweiſe der Planmäßigkeit und kunſtvollen Einrichtung der Natur geben.

Unter den beſonderen Bedingungen des Lebens, wird nicht nur in Beziehung auf die mechaniſchen Eigenſchaften der verſchiedenen Körpertheile, und in Abſicht auf die Kräfte, durch welche deren Bewegungen ausgeführt werden, ſondern auch in Hinſicht auf die leitenden chemiſchen Geſetze, welche die Verbindungen der Subſtanz des Körpers zuſammenſetzen, wie wir in der Folge ausführlicher zeigen werden, immer eine Erneuerung dieſer Subſtanz erfordert. Zu dieſem Ende ſind beſtändig neue Materialien nöthig und müſſen regelmäßig herbeigeſchafft werden. Daraus entſteht eine neue Claſſe von Functionen, die eine große Menge von Thätigkeiten erfordern, dem Unterſucher ein weites Feld einer intereſſanten und lehrreichen Forſchung öffnen, und auf das Deutlichſte die weiſen und wohlthätigen Einrichtungen der Natur zeigen. Dieſe können unter einer beſonderen Claſſe, der man den Titel Ernährungsfunctionen gibt, zuſammen gefaßt werden. Oft wurden ſie auch unter der Bezeichnung Lebensfunctionen von ihrer mehr unmittelbaren Beziehung zu den Bedingungen der Fortſetzung des Lebens angeführt; dieß bezieht ſich aber blos auf das rein vegetative Leben, welches man von dem Leben der höheren Thätigkeiten, wie der Empfindung, der Perception und willkührlichen Bewegung unterſchied, welche letzteren die höchſten Zwecke des Thierlebens erfüllen, und ſonſt animaliſche Functionen genannt wurden.

Die Lebensfunctionen erfordern, so gut als die animalischen Functionen, zur Ausübung ihrer verschiedenen Thätigkeiten gewisse Werkzeuge, welche mit einer mechanischen Construction versehen sind, die jenen Thätigkeiten entspricht. Zu den künstlichen mechanischen Einrichtungen gehört noch ein außerordentlich genauer hydraulischer Apparat, der die Zuführung von Flüssigkeiten und die Regulirung ihrer Bewegungen zum Zweck hat, und mit diesen muß auf sehr geschickte Weise ein Laboratorium verbunden seyn, in welchem die Verrichtungen der allerfeinsten Chemie ausgeführt werden müssen, um alle die Verwandlungen, welche bei diesem so vollendeten System von Operationen nöthig sind, zu vollbringen. So weit diesen Gegenständen mechanische Principien zu Grunde liegen, reihen sie sich von selbst unter die mechanischen Functionen, und ich werde sie unter diesem Capitel abhandeln, wenn wir auf diesen Zweig der Wissenschaft zu sprechen kommen.

Es gibt noch eine andere und äußerst wichtige Folge, welche von der eigenthümlichen chemischen Beschaffenheit der Materialien, von welchen die thierischen Theile zusammengesetzt sind, herkommt. Die Art, mit welcher ihre Elemente verbunden sind, ist so complicirt, daß ein langer und sehr genau ausgeführter Prozeß nöthig ist, um diese Verbindungen hervorzurufen, und weder die Organe, mit welchen die Thiere versehen sind, noch die Kräfte, welche diesen Organen innewohnen, sind hinreichend, die Materialien, welche die unorganische Welt darbietet, den Substanzen, welche für die Construction ihrer Körper und für die Erhaltung ihrer Kräfte erfordert werden, anzupassen. Diese unorganischen Elemente müssen vorher durch verschiedene Zwischengrade von Verbindungen gegangen, und vorläufig durch andere organisirte Wesen verarbeitet worden seyn; ein wichtiges Amt, auf welches das Pflanzenreich angewiesen ist. Die Pflanzen erhalten die einfache Nahrung, die ihnen von der Natur zugeführt wird, welche hauptsächlich aus Wasser, Luft und Kohlensäure, verbunden mit einem kleinen Theil anderer Substanzen, besteht und können diese Nahrungsmittel in Producte verwandeln, welche nicht nur ihr eigenes Leben erhalten, sondern auch dazu dienen, das Leben der Thiere zu fristen. Auf diese Weise war die Erschaffung und das

Fortbeſtehen des Pflanzenreichs eine nothwendige Stufe zur Exiſtenz der Thierwelt, eben ſo gut als ein Glied in der großen Kette der Weſen. *) Die Pflanzenphyſiologie zeigt manche Seiten, welche in Abſicht auf ihre Beziehung zu den letzten Urſachen das größte Intereſſe darbietet, und wir werden in dieſer Abhandlung ſie mit beſonderer Hinſicht auf dieſen wichtigen Gegenſtand betrachten.

Die Ernährung begreift ſowohl in der Thierwelt als auch in der Pflanzenwelt eine ſehr ausgebreitete Reihe von Erſcheinungen in ſich. In der letzteren ſchließt ſie die Aufſaugung der rohen Materialien aus den umgebenden Elementen ein. Dieſe Materialien werden zu Organen gebracht, wo ſie mit der Luft in Verbindung treten, und die chemiſche Wirkung der athmoſphäriſchen Luft erfahren; hierauf circuliren ſie in verſchiedenen Theilen der Pflanze, dann werden ſie in beſonderen Gefäßen und Aufbewahrungsörtern weiter verarbeitet — in feſten Materien abgeleitet — in verſchiedene Producte verwandelt und Subſtanzen einverleibt, aus welchen die betreffenden Organe beſtehen; — und endlich tragen ſie zum Wachsthum und zur Entwicklung der ganzen Pflanze bei.

Weit zuſammengeſetzter und mannigfaltiger ſind die entſprechenden Functionen bei den Thieren beſchaffen, und der Erreichung dieſes Zweckes wird durch die Function der Reſpiration entſprochen. Die Gegenſtände derſelben können unter folgende allgemeine Geſichtspuncte gefaßt werden, deren jeder wieder die weiteren Unterabtheilungen zuläßt. Der erſte Zweck, der erfüllt werden muß, iſt der, die Speiſen zu animaliſiren, das heißt, ſie in eine Materie zu verwandeln, welche die chemiſchen Eigenſchaften der thieriſchen Subſtanzen hat, denen ſie nachher einverleibt werden muß. Man nennt die gänzliche

*) Ob es gleich keinem Zweifel unterliegt, daß im Allgemeinen die Thierwelt in der Pflanzenwelt wurzelt, ſo möchten wir doch bemerken, daß die erſten Anfänge der Thierwelt ſo gut als die der Pflanzenwelt in der ſogenannten Generatio aequivoca zuſammenfallen, indem blos durch den Einfluß der allgemeinen Naturkräfte in deſtillirtem Waſſer, alſo in einem unorganiſchen Medium ſowohl Thiere als Pflanzen entſtehen. Wir können der Anſicht nicht huldigen, daß das Pflanzenreich als eine niederere Stufe des Thierreichs betrachtet werde, indem beide Reiche in ihren Urſprüngen zuſammenfallen und in ihrer Ausbildung ſich als entgegengeſetzte Organiſationen verhalten.

Anmerkung des Ueberſetzers.

Umänderung, die auf dieſe Weiſe erzweckt wird, Aſſimilation, und einen beſondern Theil derſelben bildet die Verdauung. Der zweite Gegenſtand dieſer Thätigkeit iſt der, dieſes ſo zubereitete Nahrungsmittel, welches man das Blut nennt, aufzuſammeln und zu den verſchiedenen Organen oder es wo eben nöthig iſt, hinzubringen. Um dieſes auszuführen, wird dem Blut durch die Organe des Kreislaufes die gehörige Bewegung mitgetheilt. Dieſe Organe beſtehen aus dem Herzen, welches das Blut durch ein Syſtem von Röhren treibt, die man Arterien nennt, und daſſelbe durch eine andere Art von Röhren, die man Venen nennt, wiederum erhält. Drittens iſt es nöthig, daß das cirkulirende Blut immerwährend durch die chemiſche Einwirkung des Sauerſtoffs gereinigt werde, ein Zweck dem durch die Function der Reſpiration entſprochen wird. Viertens hat die Ernährung noch das auszuführen, daß dieſes gereinigte Material für die Bedürfniſſe des Syſtemes verwandt werde, nämlich für das Wachsthum der Organe, für die Wiedererzeugung der Verluſte, und für die Erneuerung der verbrauchten Kräfte.

Das Leben alſo beſteht in einer fortgeſetzten Reihe von Wirkungen und Gegenwirkungen, die zwar einem immerwährenden Wechſel unterworfen ſind, aber doch beſtändig auf gewiſſe Entzwecke losarbeiten. Die meiſten Theile, aus denen der Körper beſteht, ſind beſtändigen und fortſchreitenden Veränderungen in Abſicht auf Dimenſion, Geſtalt, Anordnung und Zuſammenſetzung unterworfen. Die Materialien, welche mit einander verbunden worden ſind und zur Bildung beſtimmter Organe beigetragen haben, werden nach und nach wieder hinweggeſchafft und durch andere erſetzt, welche wiederum, wenn die Reihe an ſie kommt, weggeworfen werden, um neuen Materialien Platz zu machen; jedoch geſchieht dies alles ohne daß die äußere Form ſich bemerklich veränderte. Beſtändige Verwandlung ſcheint das Grundgeſetz der lebenden Natur zu ſeyn, und es ſcheint, als habe die Kraft, welche den erſten Impuls zur Belebung der organiſchen Materie gab, beſchloſſen, daß deren Bewegungen und Kräfte auf eine gewiſſe Zeit beſchränkt ſeyn und daß, wenn ſie nicht durch äußere Urſachen zerſtört werden, ſie nach einer beſtimmten Lebensperiode

ihrem Ende nahe rücken. Das Gesetz der Sterblichkeit, dem alle Geschöpfe, die das Geschenk des Lebens erhalten haben, unterworfen sind, ist eine nothwendige Folge des Gesetzes der Verwandlung und dieselben Ursachen, welche ursprünglich die Entwicklung und das Wachsthum des Systemes bewirkt und dasselbe in der Lebenskraft seiner Reife erhalten haben, müssen dadurch, daß sie fortwirken, die Zerstörung der Maschine so sie erbaut, herbeiführen, und zuletzt die Erschöpfung und das Erlöschen ihrer Kräfte zur Folge haben. Das Individuum stirbt jedoch nur darum, um anderen Wesen Platz zu machen, welche denselben Cyclus von Veränderungen und Erneuerungen durchzuleben haben.

Auf gleiche Weise kann das Fortleben und die Vermehrung einer jeden Gattung als der zweite der großen Zwecke angesehen werden, welche die lebende Natur zu vollführen hat. Ein Theil der Lebenskraft des Vaters ist in dieser Hinsicht dazu bestimmt, dem Nachkommen das Leben zu verleihen. Allein der Vorgang selbst, durch welchen die Keime der lebenden Geschöpfe erzeugt werden, ist mit dem Schleier des tiefsten Geheimnisses bedeckt. Jedoch ist uns erlaubt, manche der nachfolgenden Stufen in der gradweisen Entwicklung der Organisation der Thiere und der Pflanzen anzuschauen, und gewiß ist kein Theil der Oeconomie der belebten Natur mehr dazu gemacht, uns die Herrlichkeit des Planes der Vorsehung und ihre sich auf die weiteste Folge erstreckende Fürsorge bewundern zu lassen, als die Geschichte einer jeden Lebensperiode. Nichts kann wunderbarer seyn, als die fortschreitende Architectur der Gestalt, nichts schöner als die Erzeugung von temporären Gebilden, welche nur für eine frühzeitige Periode des Wachsthums berechnet sind, und welche nachher entfernt werden, um anderen bleibenderen und vollendeteren Organen Platz zu machen. Die allergrößte Sorgfalt ist in jedem Theile der lebenden Natur darauf verwandt, das Bestehen der Gattung zu sichern; dafür sind hier Gesetze aufgestellt, deren Ausführung unter allen Umständen sicher ist. Auch war es offenbar die Absicht verschiedener Anstalten, die Gattungen so weit als möglich über die große Oberfläche des bewohnbaren Theiles der Erde zu verbreiten.

Wir haben nun auf die wichtigen Folgen zu merken, welche

beſonders in dem Thierreich aus dem Geſetz der unendlichen Erzeugung folgt. Da die Thiere am Ende von dem Pflanzenreich abhängen, indem dieſes die Materialien zu ihrer Erhaltung liefert, und da die Quantität dieſer Materialien natürlicher Weiſe bei dem gegenwärtigen Zuſtand der Natur durch die Größe der Oberfläche, auf welcher Pflanzen vorkommen, beſchränkt iſt: ſo muß eine Zeit kommen, wo die Anzahl der Thiere, die ſich doch immerwährend vermehrt, gerade ſo groß iſt, daß die Erzeugung der Nahrungsmittel welche die Erde darbietet, für ihren Lebensunterhalt hinreicht. Wenn dieſe Grenze erreicht iſt, ſo kann ihre Zahl nicht zunehmen, ausgenommen, wenn ein Hülfsmittel ergriffen wird, das wir wirklich eintreten ſehen, nemlich daß ein Thier als Nahrungsmittel für andere dient. Auf dieſe Weiſe werden die Verbindungen der Elemente, welche durch die Kräfte der Vegetation erzeugt worden ſind, nach und nach von einem lebenden Weſen einem andern mitgetheilt, und dienen alsdann dazu, einer großen Anzahl verſchiedener Thiere ihren Unterhalt zu gewähren, ehe ſie durch den Zerſetzungsprozeß in ihren urſprünglichen unorganiſchen Zuſtand verwandelt werden.

„Seht wie im Tod die Pflanze Leben ſchafft,
Seht wie die Pflanze lebt durch Todeskraft.
Die Form verwelkt, die andere Form erblüht,
Kaum haſcht ſie Lebenshauch und er entflieht.“ —

Pope.

Wir haben daher das Geſetz zu betrachten, daß ein großer Theil der Thiere dazu angewieſen iſt, ſich ſelbſt zu erhalten, indem ſie andere Thiere verſchlingen, und zwar entweder erſt dann wenn dieſe ſchon geſtorben ſind, oder indem ſie dieſelben des Lebens berauben um das ihrige fortzuſetzen. Dies iſt die Anweiſung, welche den zahlloſen Schaaren von lebenden Geſchöpfen gegeben iſt, die den ungeheuern Raum des Oceans bevölkern; den unzählbaren Gattungen von Inſekten, welche auf jedem Fleckchen der Erde ausgebrütet werden, der größeren Zahl der Vögel und gleicherweiſe einer beſtimmten Anzahl von Landthieren.

Vielen iſt die Nothwendigkeit gegeben zu rauben, und durch offenbare Gewalt zu morden, andere ſind mehr auf den Hinter-

halt angewiesen, haben aber nichts destoweniger gewisse Künste der Zerstörung; und einige scheinen vornehmlich dazu geschaffen zu seyn, um die Erde von allen sich zersetzenden Thier- und Pflanzenkörpern zu reinigen, welche sonst die Luft mit schädlichen Dünsten erfüllen und die Quellen des Lebens vergiften würden. *) Dieses neue, für die Existenz der Thiere berechnete, Gesetz mußte nothwendiger Weise neue Bedingungen der Organisation und der organischen Functionen herbeiführen. Zur Verfolgung des Raubes mußten Einrichtungen zu einer schnellen Ortsveränderung getroffen werden, vereint mit kräftigen Waffen zum Angriff und zur Zerstörung. Doch hat die Natur die kleineren Thiere mit Mitteln versehen, vermöge deren sie die größeren zurückschrecken, sich gegen sie vertheidigen und ihnen entfliehen können, und ihnen zur Ausführung dieser Bedürfnisse Kraft, Schnelligkeit oder List verliehen, je nach den verschiedenen Umständen in die sie gelangen können.

Man kann nicht läugnen, daß die nächste Folge von diesem ausgebreiteten Kriegssystem ein guter Theil von Uebel ist. Doch, obgleich sich unser Gefühl gegen eine so große Scene von Blutvergießen, die sich unserem Auge überall aufdringt, sträuben mag, so muß unser besonneneres Urtheil doch auf der andern Seite den weit vorherrschenderen Nutzen der daraus entspringt, in die Wagschale legen. Wir müssen den großen Zuwachs von Genuß, der der Masse von Thieren durch die Ausübung ihrer Kräfte und Fähigkeiten bei diesem Zustande beständiger Thätigkeit zu Theil wird, näher betrachten; und wenn diese Betrachtung, wie nicht mehr als billig, mit der verbunden wird, daß bei diesem System allein eine schrankenlose Vermehrung des Lebens möglich ist, so finden wir es ganz natürlich, daß der gütige Schöpfer ein kleineres Uebel gestattet hat, um bei weitem größeres Gutes möglich zu machen.

Aus diesem System der Feindseligkeiten müssen neue Verhält-

*) Als ganz speciell zur Erfüllung dieses nützlichen Zweckes bestimmt, kann man unter den größern Raubthieren, den Jakal, die Krähe und den Geyer anführen, unter den Seethieren die Crustaceen und viele Mollusken, unter den niederen Ordnungen der Thiere, unzählbare Gattungen von Insecten, wie die Ameisen, Schmeisfliegen und dergleichen.

niſſe unter den verſchiedenen Gattungen von Thieren entſtehen. Es bildet ſich daraus ein leichtes und wirkſames Mittel, das Gleichgewicht unter verſchiedenen Geſchlechtern feſt zu halten. Jede einzelne Thierſpecies nimmt, weit davon entfernt iſolirt und unabhängig dazuſtehen, einen beſtimmten Platz in dem Syſteme der Natur ein, und ob ſie gleich geringfügig erſcheint, ſo übt ſie doch einen bemerkbaren Einfluß auf den Reſt der Thierwelt aus. Der Menſch hat unter allen Thieren die wichtigſte Veränderung in den Verhältniſſen und in der Menge anderer Gattungen veranlaßt; in allen Gegenden, wo die Anzahl ſeines Geſchlechtes zugenommen hat, wo die Künſte der Civiliſation ſeine Herrſchaft erweitert haben, und wo die Wiſſenſchaft ihm eine größere Macht verliehen hat.

In jedem Theile der Natur ſpricht ſich unverkennbar das Geſetz aus, daß eine grenzenloſe Mannigfaltigkeit ein charakteriſtiſcher und vorherrſchender Zug ihrer Productionen iſt. Nur dann, wenn der Zweck, der erreicht werden ſoll, von gewiſſen beſtimmten Bedingungen abhängt, die die Möglichkeit der Modification ausſchließen, kommt es vor, daß ſie ſich genau und einförmig an dieſe Bedingungen hält. Noch überall, wo dieſe abſolute Nothwendigkeit nicht vorhanden und ein Spielraum für Abſchweifungen gegeben iſt, können wir ſicher ſeyn, alle diejenigen Modificationen zu finden, zu welchen ſich Gelegenheit darbietet. Man findet nicht allein die Tendenz zur Veränderung in der allgemeinen Erſcheinung und Form der Körper ausgedrückt, ſondern ſie zeigt ſich auch in jedem individuellen Organ, ſo klein und unbedeutend daſſelbe auch ſcheinen mag; ſogar dann, wenn der Zweck dem entſprochen werden ſoll, ganz derſelbe ſcheint, ſind die Mittel, welche zu Erreichung deſſelben angewandt ſind, unendlich verſchiedenartig, wie wenn es Abſicht geweſen wäre, dem erſtaunten Auge des Menſchen die unbeſchränkten Mittel der Schöpferkraft zur Schau auszulegen. Die Elemente der Structur ſind zwar dieſelben, und doch zeigt ſich uns ſtufenweiſe jede mögliche Verbindung von Organen, als hätten alle zuläſſigen Veränderungen in der Art ihrer Verbindung erſchöpft werden ſollen. Durch dieſes große Geſetz der organiſchen Bildung, nämlich das Geſetz der Mannigfaltigkeit, wird, ob wir

gleich nur dunkel und unvollkommen es verstehen können, ohne Zweifel ein gewisser weiser Vorsatz vor Augen gelegt. Daß die Natur nicht blindlings oder ohne Wahl diesem Gesetze folgt, ist dadurch ersichtlich, weil es in gewissen Grenzen eingeschlossen, und durch ein anderes in Schranken gehalten wird, das wir demnächst betrachten wollen — durch das Gesetz der Gleichförmigkeit oder das eines bestimmten Typus.

Der oberflächlichste Anblick der Natur ist hinreichend, zu zeigen, daß eine gewisse allgemeine Aehnlichkeit zwischen einer Menge von Gattungen statt findet, wodurch wir in den Stand gesetzt sind, sie in mehr oder weniger umfangreiche Gruppen abtheilen zu können. Auf diese Weise bilden in dem Thierreich die Säugethiere, die Vögel, die Fische, die Reptilien, die Schaalthiere und Insecten natürliche Vereine oder Klassen, und jede von diesen kann man man leicht in untergeordnete Gruppen oder Familien eintheilen. Eine genauere Prüfung der Structur und Oeconomie der Pflanzen und Thiere hat das Resultat gegeben, daß die Bildung aller derjenigen individuellen Gattungen, welche unter einer Klasse begriffen werden, auf eine gewisse Einförmigkeit zurückzuführen sind, welche gleichsam das ideale Modell der ganzen Klasse ist, das man Typus genannt hat. Alle Bildungen, welche existiren, scheinen eben so viele besondere Copien dieses allgemeinen Typus zu seyn, die freilich im Besonderen wohl unterschieden sind, aber mit dem allgemeinen Character übereinstimmen. Dieselbe Bemerkung läßt sich über die Familien, die Genera und andere mehr untergeordnete Gruppen der lebenden Wesen machen. Je ausgebreiteter unsere Kenntniß der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Thiere ist, desto schlagender erscheinen die Analogien, so, daß bei endlosen Verschiedenheiten in dem Detail der Structuren und Vorgänge, ein und derselbe Zweck durch ähnliche Organe auf ähnliche Weise erfüllt wird. Dieses Princip steht so fest, daß wir es wagen können, mit Sicherheit manche Verhältnisse, welche ein unbekanntes Thier betreffen, von welchem wir nur wenig Fragmente vor uns haben, vorherzusagen, kraft unserer allgemeinen Kenntniß der Charactere und der Oeconomie der Gruppe oder der Familie, nach deren Typus das Thier gebildet

ist. Auf diese Weise gibt die Entdeckung eines verstümmelten Theils des Skelettes von einem fossilen Thier dem Physiologen, welcher mit der vergleichenden Anatomie bekannt ist, eine Kenntniß der allgemeinen Structur und der Gewohnheiten dieses Thieres, obgleich alle Spuren seiner Existenz durch alte Revolutionen des Erdballs ausgelöscht sind *).

Diese Tendenz hat nicht allein den Nutzen, die besonderen Typen, welche in allen organischen Bildungen vorkommen, auf Principien zurückzubringen, sondern Untersuchungen dieser Art führen auch zu dem Schluß, daß die Abweichungen von diesen beständigen Formen weit entfernt sind zufällig zu seyn, vielmehr bestimmten Gesetzen unterliegen. Das Princip, welches diese Mannigfaltigkeiten regiert, ist höheren Gesichtspuncten unterworfen und bezieht sich auf die besondere Bestimmung und das besondere Naturell jeder einzelnen Species in dem allgemeinen System der erschaffenen Wesen. So weit wir es unterscheiden können, scheint die Natur im Einklang mit diesen Zwecken zuerst einen gewissen größeren Plan von Functionen zu Grunde gelegt zu haben, welchem sie die Structur der Organe anpaßte; die geringfügigeren Gegenstände und die mehr untergeordneten Functionen wurden diesem allgemeinen Plane gemäß eingerichtet. Daher kommt die nothwendige und gegenseitige Abhängigkeit eines jeden Organes und einer jeden Function von jeder andern, woraus dasjenige hergeleitet wird, was man die Gesetze der Coexistenz der organischen Formen nennt. Wenn wir auf diese Gesetze aufmerksam sind, so können wir uns oft erklären, wie jede Veränderung in irgend einem Organ, das einer natürlichen Gruppe von Thieren eigen ist, gewisse nothwendige und entsprechende Veränderungen in andern Theilen hervorruft und seinen Einfluß so weit treibt, daß es in größerem oder geringerem Grade die ganze Maschine modificirt. Es ist in der vergleichenden Anatomie gerade wie in der Mechanik, wo jede Veränderung, welche in

*) Siehe, Cuvier's „Discours sur les révolutions de la surface du globe" p. 47. als Vorwort zu dem ersten Bande seiner Ossements fossiles."

der Lage irgend eines Theils des Systems der Körper gemacht wird, eine Veränderung in dem Mittelpunct der Schwere in der Giration und Oscillation hervorbringt, und neue mechanische Kräfte und neue Bedingungen des Gleichgewichts entwickelt, welche in andern Theilen neue Einrichtungen nöthig machen, um das Gleichgewicht wieder herzustellen und die Harmonie der Bewegungen zu bewahren. Wir können aus diesen Untersuchungen schließen, daß die zahlreichen Klassen und Familien der lebenden Wesen, welche die Wissenschaft gebildet hat, durchaus nicht willkührliche Schöpfungen des menschlichen Geistes sind, welche man in der Absicht erfunden hätte, das Studium zu erleichtern und die Identität der Species zu erkennen, oder daß sie nur dazu ersonnen wären, um der Unvollkommenheit unseres Gedächtnisses nachzuhelfen, sondern, daß sie eine wirkliche Begründung in der Natur haben. Wollte man irgend eines der Geschöpfe ganz isolirt von den übrigen betrachten, so würde man eine durchaus falsche und beschränkte Ansicht ihrer ganzen Verhältnisse haben, denn alle sind durch gegenseitige Beziehungen miteinander verbunden. Gerade durch die vornehmsten Typen, welche die großen Abtheilungen des Thierreiches uns zeichnen, können wir gewisse Puncte von Aehnlichkeit auffinden, welche man als Theile eines allgemeinen Planes betrachten kann. Bei dem Fortschreiten der Entdeckung finden wir hier immer Species, welche zwischen sich angrenzenden Bildungsformen hineingeschoben sind, und in der Kette der Natur als einzelne Verbindungsglieder erscheinen.

Es kommt häufig vor, wie ich später Gelegenheit haben werde es auseinander zu setzen, daß durch eine große Reihe von organischen Formen hindurch die Gradationsstufen, durch welche ein Typus in den andern übergeht, so zahlreich und so regelmäßig sind, daß es nicht mehr möglich wird, eine bestimmte Grenzlinie anzugeben, die zeigt, was zu dem Einen und was zu dem andern Typus gehört.

Alle diese anscheinenden Anomalien und Gradationsstufen der Structur, können uns jedoch die Allgemeinheit der Plane der

Natur und die gedrängte Kürze ihrer Absichten beweisen, welche die ganze Reihe der lebenden Wesen umfaßt. Diese Gesichtspunkte werden von täglich gemachten Entdeckungen von Species bestätigt, die nicht mehr existiren, aber welche in einem frühern Zeitalter der Welt manche der Klüfte ausfüllen halfen, welche nun den Uebergang von einer Familie zur andern unterbrechen. Diese Kenntniß ist zu uns gelangt durch die Untersuchung fossiler Ueberbleibsel jener Thiere, Monumente von früheren Epochen, welche manches wichtige Licht auf die interessantesten Fragen der Geologie und Physiologie geworfen haben.

Man war lange der Meinung, daß die Wesen, welche das Pflanzen- und Thierreich begründen, in einer aufsteigenden Reihe geordnet seyen, welche mit den einfachsten anfinge und mit den ausgebildetsten und zusammengesetztesten Organisationen aufhörte, vorausgesetzt nemlich, daß wir durchweg genau bekannt wären mit der Structur und der Oeconomie dieser Geschöpfe, bis diese ihre höchste Vollendung im Menschen erreichen würden, welcher ohne Frage die Spitze der ganzen Stufenleiter einnimmt.

Bonnet hieng besonders mit enthusiastischem Eifer an der Hypothese, daß alle organischen Wesen eine beständige Gradation bilden, und daß jedes Mitglied mit dem vorhergehenden zusammenhänge, gleich einzelnen Gliedern einer Kette; und er verfolgte diese Idee, indem er sie sogar den Productionen des Mineralreichs anzupassen suchte. Allein wenn wir uns von solchen hypothetischen Träumereien, welche nur Schattenbilder vor unser Auge bringen, entkleiden, so finden wir bei genauer Betrachtung, daß wir anstatt einer beständigen Reihenfolge mehr abgerissene Fragmente und unterbrochene Theile dieses imaginären Systemes haben, so daß, wenn wir Beispielsweise eine Metapher anwenden wollen, die natürliche Vertheilung der Thiere nicht erscheint wie eine Kette, sondern eher wie ein zusammengesetztes Netzwerk, wo gewisse Parallel-Linien mit queren und schiefen Verbindungslinien in Verbindung stehen. Eine Menge von Thatsachen zeigt, daß die eigentlichen Typen oder Modelle der Structur eher durch Zirkellinien oder überhaupt Curven ange-

deutet werden. *) Jedoch, da Abhandlungen über dieſe oder jene Beſonderheiten, welche die Plane und Abſichten der Natur in der Bildung organiſcher Weſen betreffen, eine vorherige Kenntniß der Theile der vergleichenden Anatomie und Phyſiologie erfordern, ſo will ich alle Beobachtungen, welche dieſen Gegenſtand betreffen, übergehen, bis ich die einzelnen Gebilde und Functionen der Pflanzen- und Thierwelt durchgegangen habe, wie dies der Zweck meines Werkes iſt. Es gibt indeſſen gewiſſe Geſichtspuncte, welche bei der Bildung verſchiedener Gattungen von Thieren von der Natur feſtgehalten wurden, welche beſſer ihre Stelle hier haben und welche gelegenheitlich auf die Thatſachen bezogen werden können, die ſie beſonders erläutern und beſſer erklären.

Es wurde die Hypotheſe ausgeſprochen, daß die urſprüngliche Erſchaffung der Species in allmähliger Aufeinanderfolge vor ſich ginge und auf ſolche Weiſe ausgeführt wurde, daß die einfacheren zuerſt und nachher die zuſammengeſetzten Bildungen erſchaffen wurden; daß die Muſtertypen aus einander entſtanden ſeyen; daß jeder folgende Typus eine Verbeſſerung des vorhergegangen war und nach einem regelmäßigen Plane in einer gewiſſen Ordnung der Entwicklung aufeinander folgte. Nothwendigerweiſe war dieſe Steigerung der Structur mit einer Steigerung der Fähigkeiten verbunden; der Gegenſtand einer jeden Typusveränderung war, höhere Zwecke zu erreichen, und eine Stufe zu dem höchſten Ende der Thierwelt emporzuſteigen. Manche anſcheinende Anomalien, welche durch jede andere Hypotheſen nicht zu erklären ſind, ſind mit dieſer Theorie vereinbar. Die Entwicklungen der Structur, welche einem beſonderen Typus angehören, ſind dann immer zum Fortſchreiten gemacht; bei den niederen Ordnungen der Gruppen, welche nach dieſem Plan geſchaffen iſt, ſind ſie nicht vollkommen, ſondern ſind oder bleiben

*) Mr. M'Llay iſt der Urheber dieſer ſinnreichen Theorie, welche er in ſeinen Horæ entomologicae entwickelt hat, und welche durch die neuen Unterſuchungen der vergleichenden Anatomie in großem Maaße beſtätigt wird.

mehr oder weniger unvollkommen, obgleich jedes Organ immer dem Lebenszwecke des einzelnen Thieres entspricht. Jedoch kommt es häufig vor, daß die Unvollkommenheit eines Organes so groß ist, daß es in Folge seiner zu geringen Entwickelung für eine geringe Species ganz nutzlos ist, obgleich es in einem höheren Thiergeschlechte die ihm eigene Function vollkommen erfüllt. So finden wir, daß bei verschiedenen Arten von Schlangen Rudimente von Füßen gefunden werden, welche durchaus nicht als Bewegungsorgane dienen können. Bei dem Jungen des Wallfisches findet man, ehe er geboren ist, in der untern Kinnlade eine Reihe von kleinen Zähnen, welche nicht über das Zahnfleisch heraufkommen, und daher durchaus nicht als Kauwerkzeuge angesehen werden können. Ihr früheres Wachsthum wird auch bald unterbrochen und sie obliteriren später. Dieser unvollkommene oder rudimentenartige Zustand eines Organs zeigt seine Beziehung zu andern Species, die demselben Typus unterworfen sind, an, und beweist die Existenz eines allgemeinen Bildungsplanes. Ich werde Gelegenheit haben, einige schlagende Belege für diesen Satz anzuführen, und zwar sowohl aus dem Thier- als aus dem Pflanzenreich.

Wenn wir den Uebergängen von einem Bildungstypus zu einem andern folgen, so beobachten wir häufig, daß irgend ein Organ außerordentlich vergrößert oder sonst für einen bestimmten Zweck eigenthümlich gebildet ist, wenn nemlich dieser Zweck von seiner sonstigen Bestimmung abweicht oder wenn es dazu gebraucht wird, irgend einen neuen Dienst zu leisten, welcher durch die besondern Umstände, unter welchen das Thier lebt, geboten wird. So sind die Rippen, welche bei den Säugethieren gewöhnlich zur Respiration dienen, bei den Schlangen zu Hülfsorganen für die Bewegung verwandelt, und bei dem Draco volans, oder der fliegenden Eidexe, auf beiden Seiten nach außen gekehrt, um als Flügel gebraucht zu werden. Die Zähne, welche gewöhnlich zum Kauen dienen, sind bei manchen Thieren außerordentlich verlängert, so daß sie Offensivwaffen bilden, wie beim Elephanten, beim Bären, beim Narwal, beim Pristis. Auf gleiche Weise sind bei den Crustaceen Organe von derselben allgemeinen

Structur zuweilen in Kinnbacken, zuweilen in Fühlhörner und zuweilen in Füße verwandelt; und der Uebergang von dem einen zu dem andern geſchieht ſo allmählig, daß es ſchwer iſt, Unterſcheidungsmerkmale zwiſchen ihnen feſtzuſetzen. Wenn wir die aufſteigende Reihe der thieriſchen Gebilde verfolgen, ſo begegnen wir ebenfalls Beiſpielen von verſchiedenen Veränderungen, die jedoch immer von der fortgeſetzten Anwendung deſſelben Principes herkommen. Ein Organ, welches bei einem Thier zu einem wichtigen Zwecke gedient hat, kann für ein anderes, welches einen höhern Rang in der Reihe der Thiere einnimmt, von geringem Nutzen ſeyn, und die Veränderung der Verhältniſſe kann es ſogar ganz nutzlos machen. In ſolchen Fällen finden wir, daß daſſelbe nach und nach von dem Syſtem ausgeſchieden wird, indem es immer kleiner wird, bis es am Ende durchaus verſchwindet. Oft können wir indeſſen einige Spuren ſeiner Exiſtenz erhalten, jedoch nur in einem rudimentartigen Zuſtande und ſo, daß es ſogleich entwickelt wird, ſobald die Umſtände es erfordern.

In einer großen Anzahl von organiſchen Structuren finden wir eine Neigung ausgeſprochen, gewiſſe Organe oder Theile oder auch die regelmäßige Aneinanderreihung ſich ähnlicher Theile, entweder um eine gemeinſchaftliche Axe oder der Länge nach, zu wiederholen. Die erſtere Bildung zeigt ſich bei den büſchelförmigen Organen der Pflanzen und bei der ſternförmigen Bildung der Zoophyten. Die linienförmige Anordnung zeigt ſich in gewiſſen Segmenten der Ringthiere und anderer gegliederter Thiere, ſo wie auch in den Theilen, welche die Wirbelſäule der Wirbelthiere zuſammenſetzen. In dieſen beiden letzteren Claſſen findet man auch ein merkwürdiges Geſetz der Symmetrie, welches ſich in der Bildung der beiden Seiten des Körpers zeigt und ſich in den Seitenverbindungen ähnlicher, aber doch nach jener Seite hin verſchiedener Organe, ausſpricht. Die Verletzungen dieſes Geſetzes ſind außerordentlich ſelten, doch werden wir nachher einige Beiſpiele regelwidriger Bildung in dieſer Beziehung anführen.

Bei der Behandlung der beſondern Functionen in dem Pflanzenreich und Thierreich werde ich eine verſchiedene Ordnung von der befolgen, welche in der Skizze, die ich hier angab, aus-

gesprochen ist. Da die mechanischen Functionen von den einfacheren Eigenschaften der Materie und den so wohl bekannten Gesetzen des Mechanismus abhängen, so halte ich es für das Beste, mit der Betrachtung dieser zu beginnen.

Unsere Aufmerksamkeit wird alsdann zunächst auf die so hochwichtigen Gegenstände gerichtet sein, welche sich auf die Ernährungs- oder sogenannten Lebensfunctionen der Thiere sowohl, als auch der Pflanzen beziehen. Weil diese die chemischen Eigenschaften der organisirten Theile in sich schließen, und daher von einer verwickelteren und somit bei weitem schwierigeren Natur sind, als die vorhergehenden, so glaube ich, daß sie am besten nach der Erklärung des allgemeinen Mechanismus des Körpers werden verstanden werden. Diese Studien sollen uns dann zur Betrachtung der Thiere als fühlende und lebende Wesen vorbereiten, welche der gütige Schöpfer mit den ausgezeichneteren Eigenschaften der Perception und der Willenskraft begabt hat, wodurch allein die Existenz Werth bekommt und wodurch sie sich so hoch über die Sphäre der vegetabilischen Welt erheben. Zuletzt werde ich eine kurze Abhandlung über die Reproduktionskraft und über die Phänomene der Entwickelung der Thiere geben, in welchen die Entdeckungen der neuern Zeit uns einen so bedeutenden Theil der großen Plane der allweisen Vorsehung für die Wohlfahrt belebter Geschöpfe geoffenbart haben.

Erſter Theil.

Von den mechaniſchen Functionen.

Erſtes Capitel.

Organiſcher Mechanismus.

§. 1. Die Organiſation im Allgemeinen.

Das Leben, welches in einer fortgeſetzten Reihe von Thätigkeiten beſteht, die auf einzelne Zwecke hinſtreben, kann ohne das Zuſammenwirken jener beſonderen und fein conſtruirten Bildungen und Verbindungen materieller Theile, welche die Organiſation ausmachen, nicht zu ſeinem Zwecke gelangen. Alle dieſe Anordnungen, ſowohl diejenigen, welche die mechaniſchen Verhältniſſe, als auch diejenigen, die die chemiſchen Verbindungen der Elemente bilden, aus welchen der organiſirte Körper beſteht, ſind, wenn ſie auch dem Augenſchein nach ſehr einfach erſcheinen, doch in der Wahrheit im höchſten Grade zuſammengeſetzt und künſtlich. Nehmen wir z. B. die Cryſtalllinſe oder den harten centralen Theil des Auges von einem Kabeljau, welcher vollkommen durchſichtig iſt, und nach allem Anſchein als eine homogene Kugel erſcheint. Für Einen, der nicht gewohnt iſt, die Wunder der Natur zu unterſuchen, entſteht der Glaube, daß ein ſo einfacher Körper durch eine gleichförmige Materie in einem Guſſe entſtanden ſey, er wird aber entdecken, wenn er denſelben unter einem guten Microſcop und mit der Geſchicklichkeit eines Brewſter unterſucht, daß er mit einer außerordentlich feinen und zuſammengeſetzten Bildung begabt iſt. Dieſer kleine ſphäriſche Körper iſt, um ins Detail einzugehen, bei ſeiner Kleinheit, die nicht die Größe einer Erbſe übertrifft, von fünf Millionen nach

oben stehenden Fasern zusammengesetzt, welche gegenseitig mit mehr als zweiundsechszigtausend fünfhundert Millionen Zähnen ineinander greifen. Wenn nun die Bildung eines einzelnen Theiles von dem Auge dieses Thieres schon so complicirt ist, wie fein muß die Structur der andern Theile desselben Organes sein, die doch eben so wichtige Functionen zu erfüllen haben! Wie genau muß die Structur von Geweben seyn, deren Functionen noch feiner sind! Wie wunderbar muß die Kunst seyn, welche bei der Organisation der Nerven und des Gehirns in Anwendung gebracht wurde, da dieß Werkzeuge der höheren thierischen Thätigkeit sind, deren Art und Weise zu wirken uns nicht nur ganz unbekannt sind, sondern sogar alle unsere Begriffe übersteigen!

Die Lebenskraft allein kann organische Formen hervorbringen. Kein einziges Machwerk der menschlichen Kunst wird jemals das einfachste Werk der Natur an Vollendung erreichen. Die größten Anstrengungen des menschlichen Scharfsinnes und der menschlichen Geschicklichkeit in der Construction der feinsten Maschinerie wird unendlich übertroffen durch den allergewöhnlichsten Mechanismus, den unserm Auge lebende Wesen darbieten. Obgleich die Kunst mancher Menschen in ihren Versuchen, Automate zu construiren, sehr weit gediehen ist, Automate, welche aufs genaueste die Bewegungen der verschiedenen Thiere nachahmen, so fehlt diesen doch immer jenes innere Princip der Bewegung, welches von einer höheren Quelle kommt, als die die mechanische Kunst erreichen kann, und ohne welche diese so herrlich gearbeiteten Menschenwerke, gleich den leblosen Statuen des Prometheus, für immer Massen einer nicht fühlenden und nicht handelnden Materie bleiben.

Da die Lebensfunctionen die mechanische Thätigkeit und Reaction gewisser Theile, welche nach einer bestimmten Art der Zusammensetzung mit einander verbunden sind, in sich enthalten, so daß sie die bestimmte Form, die sie einmal erhalten haben, beibehalten, und immerwährend die Neigung haben, nach Veränderungen derselben sie wieder zu bekommen: so kann man unmöglich annehmen, daß eine bloße Flüssigkeit diese Functionen ausüben könne, weil die Theilchen einer jeden Flüssigkeit nach jeder Richtung hin gleich beweglich sind, und da sie sich selbst keine bestimmte Lage geben

können, nicht den Character der Beständigkeit besitzen. Daher müssen alle organischen und lebenden Gebilde, sowohl aus festen, als aus flüssigen Theilen, zusammengesetzt seyn; jedoch sind die Verhältnisse zwischen diesen, in verschiedenen Fällen, unendlich verschieden. Freilich kann ein schlafendes Leben in einem System von Organen vorhanden seyn, welche in einen durchaus trockenen Zustand gebracht worden sind, wie es die Beispiele von Pflanzensaamen und einigen Gattungen von Thierchen zeigen. Ja sogar einige höher entwickelte Thiere, wie Anneliten oder Würmer, welche eine unbestimmte Zeit lang in einem trockenen Zustande aufgehalten werden, können ihre Thätigkeit, so wie ihr früheres Leben wieder erhalten, sobald sie mit Wasser befeuchtet werden. Das Keimen der Saamen unter solchen Umständen ist eine ganz gewöhnliche Beobachtung, aber die Wiederbelebung vom Thierchen ist eine viel merkwürdigere Erscheinung, denn dies geschieht viel schneller und ist in den Resultaten schlagender. Der Rotifer, Redivivus, oder das Räderthierchen*), welches zuerst von Leuwenhoek beobachtet ward, und welches später durch die Versuche, welche Spallanzani über dasselbe machte, berühmt wurde, kann nur im Wasser leben, und wird nur in dem Wasser gefunden, welches einige Zeit in den Dachrinnen stehen bleibt; jedoch es kann diese Flüssigkeit ihm entzogen und dasselbe vollkommen getrocknet werden, so daß alle Lebensfunctionen durchaus aufgehoben sind, ohne daß das Lebensprincip zerstört wäre, denn dieses kleine Stäubchen kann, nachdem es Jahre lang in einem trockenen Zustande verharrte, in wenigen Minuten wieder zum Leben gebracht werden, sobald man ihm wieder Wasser gibt. Diese wiederholte Aufhebung und Wiedererweckung des Lebens kann lange Zeit ohne sichtbaren Schaden für das Thier fortgesetzt werden. Aehnliche Erscheinungen zeigt der Viprio Tritici, ein Thierchen, welches der Gestalt nach einem Aale ähnlich ist und den kranken Waizen bewohnt; dieses erscheint, wenn es getrocknet ist, in der Form eines feinen Pulvers, sobald es aber benetzt wird, so nimmt es sogleich seinen lebenden Zustand an**). Der Gordius

*) Vorticella rotatoria, Gmelin, und Vurcularia, Lamarck.

**) Man sehe über diesen Gegenstand M. R. Baur's Abhandlung nach in den Philosophical Transactions, 1823, S. 1.

aquaticus, oder der Haarwurm, welcher in ſtehenden Sümpfen vorkommt, und der in einem trockenen und augenſcheinlich lebloſen Zuſtand bleibt, wenn der Sumpf vertrocknet, kann auf gleiche Weiſe in einer ſehr kurzen Zeit wieder aufleben, wenn er wieder mit Waſſer getränkt wird. Dieſelbe Erſcheinung ſieht man auch bei der Filaria, einem fadenförmigen paraſitiſchen Wurme, welcher in der vordern Augenkammer des Pferdes vorkommt *).

Sowohl die Zuſammenſetzung der flüſſigen als auch die Textur der feſten Theile, welche Thier- und Pflanzenkörper zuſammenſetzen, ſind, je nach den Zwecken, zu welchen ſie in der thieriſchen Oeconomie beſtimmt ſind, unendlich verſchieden. Selten iſt ein Theil vollkommen homogen, d. h. von einer einzelnen gleichförmigen Materie zuſammengeſetzt. Wenige Flüſſigkeiten ſind vollkommen klar, und keine derſelben vollkommen einfach in ihrer Zuſammenſetzung, ſondern ſie enthalten im Allgemeinen mehr oder weniger Gelatina, welche, wenn ſie in großer Menge vorhanden iſt, denſelben Zähigkeit verleiht, und ſie dadurch dem feſten Zuſtand näher bringt. Viele Flüſſigkeiten enthalten kleine Theile von feſter Materie, welche Theilchen gewöhnlich eine kugelförmige Geſtalt beſitzen, ſo klein ſind, daß ſie nur durch die Hülfe des Microscopes geſehen werden können und in der ſie umgebenden Flüſſigkeit umherſchwimmen, die ſie häufig auf eine ſehr bemerkbare Weiſe verdicken **). Wir erkennen ferner, daß ſolche Kügelchen auf manche verſchiedene Weiſe zuſammenhängen, um feſte Maſſen zu bilden, oder ſich in Linien an einander reihen, um ſo die Grundlage zu den Fibern zu geben. Wir finden endlich, daß dieſe Fibern in Bündeln ſich ſammeln und an einander ſich anhängen, oder daß ſie mit einander verwoben und auf einander geklebt ſind, und ſo verſchiedene andere Formen der Textur bilden. Zuweilen erſcheinen ſie als ein lockeres Netz von Filamenten, zuweilen bilden ſie Plättchen oder Schuppen und zuweilen erſcheinen ſie als Plättchen und Filamente zugleich, und bilden ſo eine un-

*) Siehe Blainville, Annales des sciences naturelles, X. 104.

**) Kügelchen dieſer Art hat man in der Lymphe, im Speichel und ſogar in der wäſſerigen Flüſſigkeit des Auges entdeckt.

regelmäßige ſchwammige Textur. Dieſe verſchiedenen Gewebe können nun wieder ſelbſt als die verſchiedenen Materialien betrachtet werden, aus welchen gewiſſe Organe des Körpers beſtehen, und welche, je nachdem ſie eine Function haben, die ſie ausführen müſſen, mehr oder weniger zuſammengeſetzt ſind. Wir wollen nun die verſchiedenen Arten der Textur in Beziehung zu dieſen Functionen und zwar in der Ordnung betrachten, daß wir vom Einfacheren zum Zuſammengeſetzteren emporſteigen; und mit der Betrachtung der Pflanzen beginnen, welche offenbar in dieſer Hinſicht am einfachſten conſtruirt ſind.

§. 2. Vegetabiliſche Organiſation.

Die Pflanzen ſind, durch ihre ganzen Verhältniſſe, auf die Functionen der Ernährung und der Reproduction angewieſen, und da ſie immer an eine und dieſelbe Stelle gebunden ſind, in einem verhältnißmäßig paſſiven Zuſtande; ſie haben daher, um dieſe Functionen auszuführen, mechaniſche Einrichtungen nöthig, welche von denen, die das empfindende, handelnde und ſich bewegende Thier nöthig hat, durchaus verſchieden ſind. Die weſentlichen Organe der Pflanzen ſind diejenigen, welche die nährenden Flüſſigkeiten, die ſie erfordern, aufnehmen und ausarbeiten, ſolche, welche der Reproduction vorſtehen, und ſolche, welche in das allgemeine Gebäude überziehen, welches dem Ganzen beigegeben werden mußte, um ihm eine mechaniſche Stütze zu verleihen und die feinern Organiſationen zu beſchützen. Da die Pflanzen beſtimmt ſind, immerwährend an den Boden gebunden zu ſeyn, und die Wirkung der Luft ſowohl als des Lichtes erfordern; da ſie aber auch vor der zu heftigen Einwirkung der Elemente geſchützt ſeyn müſſen, ſo finden wir, daß dieſe Zwecke durch drei Gattungen von Theilen erfüllt ſind, nemlich erſtens durch die Wurzeln, welche die Pflanzen in ihrer Stellung feſthalten, dann durch die Stämme, welche dieſelben in einer gehörigen Richtung unterſtützen oder ihnen eine gewiſſe Höhe über dem Boden verleihen. Die Aeſte haben ganz denſelben Zweck, und ſind blos als Unterabtheilungen zu betrachten; und drittens durch die äußeren Bedeckungen, welche in Abſicht auf ihre Function den Bedeckungen oder den Häuten der Thiere ent-

sprechen. Die einfachste, und offenbar die Elementartextur, aus welcher Pflanzen gebildet sind, erscheint unter der Gestalt von außerordentlich feinen Bläschen, deren Umhüllungen durchsichtige Membranen von außerordentlicher Feinheit darstellen. Fig. 1. stellt die einfachste Form dieser Bläschen sehr schön dar*). Doch hängen sie im Allgemeinen viel enger in einander, indem sie durch ihre Verbindung eine Art von Pflanzenzellgewebe ausmachen, welches als die Basis oder das wesentliche Material der Zusammensetzung eines jeden Organes in den Pflanzen anzusehen ist. Die zellige Structur wird in den Figuren 2 und 3 dargestellt, so wie sie in dem Fucus vesticulosus vorkommt, so daß die erste Figur ein horizontaler und die zweite ein verticaler Durchschnitt dieser Pflanze ist**).

Bei verschiedenen Pflanzen sind auch diese Zellen beträchtlich verschieden. Kieser behauptet, daß der Durchmesser einer jeden Zelle zwischen dem 330sten und 55sten Theil eines Zolles wechselt, so, daß bei 3000 bis 100,000 Zellen in einer Oberfläche von einem Quadratzoll sich befinden. Doch findet man sie von verschiedenen Größen, von dem tausendsten Theil eines Zolls bis zu dem dreißigsten. In ihrem ursprünglichen Zustande haben diese Bläschen eine ovale oder kugelrunde Form, doch verwandeln sie sich bald in andere Gestalten, entweder durch gegenseitige Zusammendrückung, welche sie dadurch erhalten, daß sie innerhalb eines begrenzten Raumes entstehen, oder von ungleicher Ausdehnung in der Fortschreitung ihrer Entwickelung. Durch die erste dieser Ursachen bekommen sie oft Winkel, und nehmen die Form von unregelmäßigen Rhomboidal-Dodekaedern, und oft von sechseckigen Prismen an, gerade wie Zellen einer Honigwabe; und durch die zweite Ursache werden sie in Cylinder oder in nach und nach immer schmäler zulaufende Kegel verwandelt, so, daß sie durch unmerkliche Stufen Röhrenform annehmen. Die Figuren 4, 5 und 6 sind

*) Diese Zellen sind in den Kupfern, welche Mr. Slack's Abhandlung über das Elementargewebe der Pflanzen enthält, schön dargestellt. Siehe den 49. Bd. der Transactions of the Society of arts.

**) Siehe Decandolle, Organographie végétale.

Darſtellungen dieſer verſchiedenen Zuſtände, wie die eine Form in die andere übergeht. Dieſe verſchiedenen Modificationen derſelben Elementartextur werden unter verſchiedenen Claſſen von Zellen unterſchieden, und mit beſonderen techniſchen Benennungen belegt, welche ich nicht anführen mag, da ſie durchaus kein Licht auf die Pflanzenphyſiologie zu werfen ſcheinen. Viele dieſer Zellen werden durch die Zugabe von elaſtiſchen Fäden verſtärkt, welche im Allgemeinen ſpiralförmig verlaufen, und an der innern Oberfläche der häutigen Wände der Zellen, die ſie ausgeſpreizt halten, angeheftet ſind, wie Fig. 7. Wenn die Membranen zerriſſen ſind, ſo wickeln die Fibern, welche hinweggeriſſen ſind, ſich ab, und indem ſie unter den Nachbarzellen ſich zerſtreuen, ſo geben ſie den Anſchein von fibroſen Verbindungen mit dieſen Zellen, welche urſprünglich gar nicht vorhanden ſind. Einfache membranoſe Zellen, welche in ihrem Innern keine Fäden enthalten, findet man vermiſcht mit dieſen fibroſen Zellen. In vielen Fällen ſcheinen wieder die urſprünglichen Spiralfäden mit den Winkeln derſelben verwachſen zu ſeyn, ſo, daß eine gleichförmigere Oberfläche dargeboten wird, ausgenommen, daß einige kleine Zwiſchenräume übrig gelaſſen ſind, wo die durchſichtige Membran, die innen keine Linien beſitzt, ausſieht, wie wenn quere Spalten oder eyrunde Löcher vorhanden wären, wie man in Fig. 8 ſieht. Zellen dieſer Art nennt man netzförmige oder gefleckte, und ſie finden ſich im Vereine mit denjenigen, welche mehr regelmäßig geformte Spiralfäden haben, ſehr häufig in den Pflanzen, welche zu der Familie der Orchideen gehören.

Es wurde viel darüber geſtritten, ob die Zellen der Pflanzen auf allen Seiten geſchloſſen ſeyen, oder ob ſie mit einander in Verbindung ſtehen. Mirwel hat uns Zeichnungen gegeben, nach welchen es ihm vorkam, wenn er die Wände der Zellen unter dem Microſcop unterſuchte, als ob dort Poren und Spalten vorhanden wären, aber ſpätere Beobachtungen haben es wahrſcheinlich gemacht, daß dieſe Erſcheinungen blos von dunkleren Theilen der Membranen herrühren, wo undurchſichtige Theilchen in ihrer Subſtanz abgelagert ſind. Flüſſigkeiten gelangen in dieſe Zellen dadurch, daß ſie durch die Membranen, welche ihre Wände bilden, durch-

ſchwitzen, allein durch keine Oeffnung, welche durch das ſchärfſte Microſcop entdeckt werden könnte. Wenn alle Zellen aus beſonderen Bläschen beſtehen, wie die vereinten Beobachtungen neuerer Botaniker*) zur Genüge gezeigt zu haben ſcheinen, ſo müſſen die Scheidewände, welche ſie trennen, ſo dünn und fein ſie auch ſeyn mögen, aus einer doppelten Membran beſtehen, welche durch die Adhäſion der Wände zweier an einander gränzenden Bläschen gebildet wird. Doch, da ſchwerlich angenommen werden kann, daß dieſe Wände an allen Punkten zuſammenhängen, ſo kann man erwarten, man werde Räume finden, welche in verſchiedenen Theilen dazwiſchen gelaſſen worden ſind, daß zwiſchen allen dieſen Räumen in einer gewiſſen Ausdehnung Verbindungen vorhanden ſind, und daß man ſie betrachten kann als eine große Höhle ausmachend. Dieſe wurden nun die Spatia intercellularia (Zwiſchen-Zellenräume) genannt, welche, wie wir ſpäter ſehen werden, als ſehr bedeutende Organe der Ernährung angeſehen werden.

Sowohl die Zellen, als auch die Zwiſchenräume zwiſchen denſelben, enthalten Flüſſigkeiten verſchiedener Art. Einige derſelben enthalten blos einen wäſſerigen Saft, während der Saft, welcher in den andern enthalten iſt, ganz beſondere Eigenſchaften zeigt und das Product der Secretion der Pflanze iſt; und ſehr häufig enthalten ſie blos Luft. In vielen der Zellen findet man kleine undurchſichtige Theilchen, welche ſich frei darin befinden; ein Beiſpiel davon iſt das Stärkmehl. In einigen Theilen, und namentlich in den Blumenblättern, iſt die Materie, welche denſelben ihre eigenthümliche Farbe verleiht, unter der Form von kleinen Kügelchen in den Zellen enthalten. Decandolle hat ihnen den Namen Chromule**) gegeben. Die Zellen des holzigen Theiles der Bäume und der Sträucher werden ferner mit Theilchen überzogen, die ein dichteres Material, welches der vegetabiliſchen Organiſation eigenthümlich iſt und Lignin genannt wurde, dar-

*) Beſonders Treviranus, Kieſer, Link, Dupetit Thouars, Pollini, Amici, Dutrochet und Decandolle.

**) Siehe Organographie, Bd. 1, S. 19.

bieten. Es ist dies die Substanz, welche vornehmlich zu der Dichtigkeit und mechanischen Stärke beiträgt, die den Holzfasern eigen ist, welche Holzfasern aus kegelförmigen, länglichten Gefäßen bestehen, die aneinander gereiht und von einer Menge von Zellen umgeben sind, deren Wände eine feste Materie besitzen, wo das Ganze in Bündeln zusammenhängt, so daß sie der äußern Gewalt eine größere Kraft entgegensetzen, wenn man sie queer durchschneiden will, als in jeder andern Richtung. Die meisten Pflanzen, welche in die Linnéische Classe der Cryptogamen eingeschlossen sind, haben eine Structur, die ursprünglich aus Zellen besteht, wie wir schon bei den fucus vesiculosus gesehen haben. Doch der größere Theil der anderen Pflanzen hat noch außer diesen Zellen zahlreiche Gänge oder Gefäße, welche aus häutigen Röhren von einer beträchtlichen Länge bestehen, die durch jeden Theil der Pflanze zerstreut sind. Diese Röhren zeigen verschiedene Modificationen der Structur, welche ganz besonders von der Form der Fasern oder anderer Materialien abhängig sind, welche an der innern Oberfläche ihrer Membranen ankleben; und diese Modificationen stehen aufs Genaueste mit denjenigen im Einklang, welche bei den Bläschen bereits beschrieben wurden, als Organe, welche die einfacheren Formen des Pflanzengewebes begründen. Es kann in der That nicht wohl bezweifelt werden, daß die Gefäße der Pflanzen ihren Ursprung von Bläschen nehmen, welche durch die Fortschreitung der Entwicklung, nach einer besondern Richtung hin, ausgedehnt worden sind, und es ist leicht zu begreifen, daß, wo das Ende dieser verlängerten Zellen beginnt, die Abtheilungen, welche deren Höhlen trennen, bei den Punkten der Vereinigung verschwinden, so, daß sie sich zu einer zusammenhängenden Röhre verbinden, deren innere Höhlung ohne Unterbrechung ist. Diese Ansicht der Bildung der Gefäße der Pflanzen wird durch die stufenweisen Fortschritte, welche man in diesen verschiedenen Arten von Bildungen antrifft, bestätigt. Verlängerte Zellen findet man häufig aufrecht aneinander grenzen, gleichsam als ob sie sich zu ihrer Vereinigung in Röhren vorbereiten wollten. Zuweilen sind die verlängerten Enden der röhrenförmigen Zellen auf der Seite aneinander gereiht (wie man dies Fig. 9 sieht), so

daß die Scheidewände, welche ihre Höhen trennen, schief sind. Bei andern sind die Enden breiter und mehr gerade aneinander angehängt, und blos durch Membranen getrennt, welche quer durchgehen, in welchem Fall sie unter dem Microscop die Ansicht einer Perlenschnur haben (Fig. 10). Wenn durch die Zerstörung dieser Scheidewände die Höhlen fortgehend werden, so bekommen dieselben in bestimmten Zwischenräumen eine Reihe von Zusammenziehungen, welche ihren Ursprung von abgegrenzten Zellen andeuten. In diesem Zustande haben sie den Namen von Paternosterförmigen, aneinander gereihten oder perlenschnurförmigen Gefäßen erhalten *). Spuren von den häutigen Scheidewänden bleiben zuweilen zurück, wenn ihre Zerstörung nur theilweise geschehen ist, und man sieht dann Querfasern, welche zurückgeblieben sind. Auch deuten die conischen Endungen, welche man gelegenheitlich in den Gefäßen der Pflanzen beobachten kann, auf ihren Ursprung von Zellen hin **). Die Membran, aus welcher die Röhre zusammengesetzt ist, ist zuweilen einfach, wie die der einfachen Zelle, doch häufig enthält sie Fibern oder andere innere Bekleidungen, welche ganz denen ähnlich sind, die man in den zusammengesetzteren Zellen findet. Die Gefäße, in welchen die innern Fibern eine spiralförmige Gestalt haben, nennt man Tracheen oder Spiralgefäße, oder, da man sie gewöhnlich mit Luft angefüllt findet, häufig auch Luftgefäße; ihr Durchmesser ist im Allgemeinen zwischen dem tausendsten und dreihundertsten Theil eines Zolles. Diese Spiral- oder Luftgefäße gehen durch das ganze Pflanzensystem hindurch; die Fäden, welche sie enthalten, sind häufig doppelt, dreifach, vierfach, oder sogar noch zahlreicher, sie sind oft von großer Länge, und wenn man die äußere Membrane des Gefäßes zerreißt, so können sie leicht ausgezogen und abgewickelt werden. Ihre Elasticität läßt sie dabei ihre spiralförmige Gestalt wieder annehmen. Der Zweck dieser Structur scheint zu sein, die Höhle der Röhre immerwährend

*) Mirbell gab ihnen den Namen vaisseaux en chapelet.

**) Diese Theorie von der Ableitung der Gefäße aus Zellen wurde zuerst von Treviranus aufgestellt.

offen zu erhalten und den äußeren Kräften, welche sie zusammendrücken und verschließen würden, eine Gegenwirkung darzubieten*). In vielen Fällen erscheinen die innern Fasern der Röhre, anstatt eine beständige Spirallinie zu bilden, in der Gestalt von Ringen, die in regelmäßigen Zwischenräumen aufeinander folgen und dasjenige bilden, was man Ringgefäße nennt. Sie sind gewöhnlich weiter als die Spiralgefäße. In andern Fällen findet man die sehr nahe aneinanderliegenden Windungen in dem größten Theile ihres Laufes, wie Hedwig zuerst beobachtet hat, genau vereinigt; zuweilen lassen sie aber Zwischenräume, wo die äußere Membran, weil sie keine Unterlage mehr hat, wegen ihrer Durchsichtigkeit gefleckt oder an vielen Stellen durchbrochen scheint. Man kann in dem Uebergang der einen dieser Formen in die andere jeden Zwischengrad beobachten, in Folge der verschiedenen Arten der Zusammenkrümmung, der Verzweigungen oder Querverbindungen der Fibern so gut als in der größern sowohl als geringern Ausdehnung ihrer Seitenverbindungen. Alle diese Verschiedenheiten findet man nicht allein in verschiedenen Gefäßen, sondern, wie Moldenhauer und Kieser beobachtet haben, auch in den verschiedenen Theilen desselben Gefäßes, wenn man dieselben mit dem Auge durch eine größere Strecke hindurch verfolgt. So finden wir in dem Verlauf einer und derselben Röhre Theile, welche die Spiralfasern bald getrennt, bald ganz enthalten, und in andern wieder unter der Gestalt von Ringen; diese können später durch eine engere Vereinigung ein netzförmiges Ansehen gewinnen, oder eine Reihe von Querlinien erhalten, welche immer schmaler und schmaler werden, und zuletzt in bloße Punkte verschwinden, die in Cirkelreihen um die cylindrische Oberfläche des Gefäßes gelagert sind**). Was man Holzfasern

*) Man findet zuweilen Gefäße, welche blos durch die Windungen einer Spiralfaser, die außerordentlich genau aneinander gelegt sind, gebildet, und die durch keine äußere Umhüllung oder verbindende Membran vereinigt scheinen.

**) Mehrere ausgezeichnete Botaniker, wie Rudolphi, Link, Treviranus und Dutrochet betrachten diese Flecken nicht als Producte des Mangels eines innern Ueberzugs, sondern als Producte von

nennt, entsteht, gleich allen andern Theilen der Pflanzen, aus Zellen. Sie haben gewöhnlich die Gestalt eines doppelten Kegels, dessen Theile sehr verlängert sind, und wo einer an den andern parallel sehr innig angeschlossen und mit dem schmalen Ende der einen Seite zwischen die der andern Seite eingeschoben ist (wie Fig. 9). Ihre Wandungen sind fester und elastischer als die der gewöhnlichen Gefäße, doch scheinen sie keine Fibern in ihrem Innern zu haben, ob sie gleich bei ihrer fortschreitenden Entwickelung starke Zugaben von fester Materie erhalten. Diese Fasern sind im Allgemeinen mit einander zu Bündeln oder Schichten verbunden, und stehen mit Zellen und Gefäßen von verschiedener Art und von verschiedenen Graden der Entwickelung in Verbindung. Die Dichtheit der Holzfasern nimmt im Verhältniß der Zeit, die zur Incrustation nöthig ist, zu, bis sie beinahe undurchdringbar werden, und einen Grad von Starrheit bekommen, die sie besonders geschickt macht, der Pflanze eine mechanische Stütze zu gewähren*). Ihre Verbindung bildet also eine Art Gebäude für das ganze System, welches als das Skelett der Pflanze angesehen werden kann. Ebenso ist dasjenige, was man blätterige Fasern genannt hat, vornemlich von diesen Holzfasern zusammengesetzt, welche auf die zweckmäßigste Weise vertheilt sind, um die Ausbreitung der weichen und markigen Substanz dieser wichtigen Organe zu gestatten.

Neben den kleinen Höhlen des Zellgewebes kommen in verschiedenen Theilen der Pflanzen viel größere Räume vor, welche offenbar dazu dienen, besondere Flüssigkeiten aufzunehmen; jedoch

---

kleinen Körperchen, welche sich dort gebildet hätten. Siehe Decandolle's Organographie végétale, 1. Bd., S. 56.

*) Durch Trocknen verschiedener Arten von Holz in einem Ofen kam der Graf Rumford zu dem Schluß, daß die specifische Schwere der festen Materie, welche das Bauholz zusammensetzt, nahezu in allen Hölzern die gleiche sei. Er fand, daß der hölzerne Theil der Eiche in voller Vegetation nur zwei Fünftel des ganzen Stammes ausmacht, und daß gewöhnliches trockenes Holz ungefähr ein Viertheil seines Gewichtes Wasser enthält. Thomson's Annals of Philosophy, I. 388.

enthalten ſie ſehr häufig nur Luft. Beſondere große Luftzellen findet man vielfältig in Waſſerpflanzen, wo ſie wahrſcheinlich dazu beitragen, der Pflanze die erforderliche Schwimmkraft zu verleihen. Man findet auch in dem Innern der Pflanzen gewiſſe Organe, welche man Drüſen nennt, die aus dicht an einander gereihten Zellen beſtehen und der Function der Secretion vorſtehen, d. h. der Verwandlung der Nahrungsſäfte in eigenthümliche Producte, die in der Oeconomie der Pflanzen zu verſchiedenen Zwecken verwandt werden.

Die äußern Theile einer lebenden Pflanze erfordern einen Schutz gegen die Wirkungen der Atmoſphäre und der Feuchtigkeiten, von welchen ſie benetzt wird. Für dieſen Zweck iſt die Pflanze mit einer Membran verſehen, die man die Oberhaut nennt, welche die ganze Oberfläche derſelben überzieht, Blätter und Blumen ebenſowohl als Stämme und Aeſte bedeckt, und der Wirkung der Flüſſigkeiten ſowohl als anderer äußerer Körper auf ihre lebenden Organe einen Damm entgegenſetzt. Die Oberhaut wird durch die Verdichtung einer Schicht von Zellengewebe gebildet, deren Zellen durch die äußere Luft eine gewiſſe Feſtigkeit erhalten haben, und die eine dünne aber undurchdringliche Haut darſtellt. Amici hat durch ſein außerordentlich gutes Microscop die zellige Structur dieſer Oberhaut ſehr genau beobachtet, und zugleich gezeigt, daß die Zellenlage, aus welcher ſie beſteht, von dem unterliegenden Zellgewebe unabhängig iſt *). Fig. 11 ſtellt dieſen Umſtand auf's Deutlichſte dar, wo der ſchattirte Theil die Oberhaut mit ihren Zellen zeigt. Ovale Oeffnungen, oder, wie man ſie genannt hat, Stomata, kann man beinahe an allen Theilen der Oberfläche der Oberhaut, doch beſonders an denen, die eine grüne Farbe haben, entdecken. **). Sie liegen ſo ziemlich in gleichen Diſtanzen von einander und ſind beſonders

*) Annales des sciences naturelles, II. 211.

**) Fig. 22 zeigt eine ſehr ſchöne Darſtellung der Oberhaut des Lycopodium denticulatum, das von der untern Oberfläche in dem mittleren Theile des Blattes von Decandolle genommen iſt. Fig. 13 iſt eine noch ſchönere Anſicht der Stomata in dem Lilium canditum von Amici.

zahlreich auf der Oberhaut der Blätter, wo sie die Zwischenräume zwischen den Fibern einnehmen. Diese Oeffnungen führen in das Innere der Pflanze, und wahrscheinlich in die allgemeine Höhlung der Zwischenräume zwischen denselben. Es ist aus den Functionen, die sie haben, klar, daß sie sich schließen und öffnen können, wenn es erfordert wird, aber ihre geringe Größe läßt keine genaue Beobachtung in dieser Hinsicht zu. Amici beschreibt ihre Ränder als aus zwei Zellen bestehend, durch deren Bewegungen vielleicht, in Verbindung mit den Bewegungen der angrenzenden Zellen, er die Oeffnung und Verschließung dieser Poren folgert *). Indessen ist in Absicht auf die Structur der Stomata in den verschiedenen Pflanzengattungen die allergrößte Verschiedenheit zu bemerken. Viele Pflanzen haben weder auf der Oberhaut der Blätter noch auf der der Stengel Stomata. Dies ist der Fall bei solchen Wasserpflanzen, welche immerwährend unter Wasser sind. In denjenigen aber, welche blos theilweise im Wasser sind, finden sich ausschließlich in den Theilen, welche über das Wasser hervorragen, Stomata vor. Die Blätter des **Ranunculus aquaticus** bekommen Stomata, wenn man ihn in der Luft wachsen läßt, verlieren sie aber gänzlich, sobald er unter Wasser wächst. Alle Pflanzen, welche eine durchaus zellige Structur haben, haben keine Stomata. Die Botaniker sind noch nicht übereingekommen, die Function zu bestimmen, welche die Stomata haben. Ihr wesentlicher Nutzen ist ohne Zweifel der, daß sie Wasser aushauchen; aber wahrscheinlich absorbiren sie unter gewissen Umständen und in Fällen, wo es erforderlich ist, auch Luft.

Die vornehmlichsten Organe, durch welche die Flüssigkeiten, welche zur Ernährung beitragen, in den Organismus der Pflanzen aufgenommen werden, haben ihren Sitz an dem Ende der Wurzeln, und werden von ihrer besondern Textur Spongioli, Schwämmchen, genannt. Von der Function dieser Schwämmchen als Organe, welche Flüssigkeiten auffaugen, werde ich dann sprechen, wenn ich von der Ernährung der Pflanzen rede; jedoch,

*) Annales des sciences naturelles, II. 215.

da die Wurzeln ebensowohl eine mechanische Bestimmung haben, als die Bestimmung eines Ernährungs-Organes, wollen wir sie hier als Organe betrachten, welche dazu verwandt werden, der Pflanze eine beständige Befestigung an den Boden zu verleihen, von welcher ihre Nahrung abhängig ist. Es ist kaum nöthig, hier die große Wirksamkeit, mit der sie ihre Bestimmung ausführen, auseinanderzusetzen. Nothwendigerweise muß unsere Bewunderung erregt werden, wenn wir die Art und Weise betrachten, auf welche ein großer Baum durch seine mächtigen und weit hin verbreiteten Wurzeln in der Erde befestigt wird. Durch den festen Halt, welchen er in dem Boden hat, setzt er der Kraft der Winde die allerwirksamste Gegenwehr entgegen, welche, auf eine so bedeutende Oberfläche, wie seine Aeste mit ihren dichten Blättern darbieten, eine ungeheure mechanische Kraft ausüben müssen.

Der eigentliche Sitz der Lebenskraft einer Pflanze ist der Theil, welcher zwischen der Wurzel und dem Stamme sich befindet. Schädlichkeiten, welche diesen Theil betreffen, sind immer für das Leben der Pflanze gefährlich. Wenn die Wurzeln in die Erde hinunter dringen, die einen tiefer, die andern weniger tief, alle in der Absicht, der Pflanze die nöthige Nahrung anzuschaffen, so wachsen die Stämme nach oben, um für die Blätter und Blüthen einen weiten Umkreis von Luft zu gewinnen und ihnen den Einfluß eines hellern Lichtes zu verschaffen, zwei Gegenstände, welche für die Erhaltung des Pflanzenlebens von der größten Wichtigkeit sind. Die Stengel der Gräser sind hohle Röhren, ihre festesten Theile, welche häufig nur eine dünne Lage von Kieselsäure sind, nehmen die Oberfläche des Cylinders ein. Von allen möglichen Arten von Anordnungen der Materialien zur Errichtung einer Säule ist diese, wie man mit mathematischer Gewißheit zeigen kann, die wirksamste, weil sie den größtmöglichsten Grad von Stärke bedingt.

Die schöne und beständige Rundung, mit welcher die Stämme der Bäume von der Erde aufwachsen, ist diejenige Form, welche dem Stamm am meisten Festigkeit geben kann. In der Art, auf welche der Stamm sich dann in Aeste theilt,

ist gleichfalls ein mechanischer Plan auf das Deutlichste ausgedrückt, indem sich die Aeste nach allen Richtungen ausbreiten und offenbar darnach trachten, den Blättern die größtmöglichste Oberfläche zu gewähren, damit sie fähig gemacht würden, die vollsten Wirkungen des Lichtes und der Luft zu empfangen. Auch die Aeste sind so eingerichtet, daß sie den unregelmäßigen Windstößen nachgeben, und durch ihre Elasticität doch wieder in ihre natürliche Lage zurückkehren, aber durch diese abwechselnden Biegungen nach verschiedenen Seiten hin die Bewegung des Saftes in den Gefäßen und den Zellgeweben des Splintes und Bastes befördern. Nichts kann die Formen, welche jeder Theil des Pflanzenreichs sonst darbietet, an Eleganz übertreffen, weder, wenn man sie in Beziehung auf ihren Nutzen für das individuelle Leben und die Fortdauer der Species betrachtet, noch, wenn man sie als Theile des schönen Gemäldes ansieht, das die Natur überall ausgebreitet hat, von dem das Auge eines jeden Zuschauers so ergötzlich erfrischt wird, der für ihre bezaubernden Schönheiten empfänglich ist. Wie herrlich sind nicht alle die mannigfaltigen Blumen, welche in schöner Fülle jeden Theil des Gartens der Natur zieren! Je mehr wir hierüber philosophiren, mit desto größerer Macht wird unserm Herzen die Wahrheit eingeprägt: selbst Salomo in aller seiner Pracht war nicht so geschmückt, wie diese es sind.

§. 3. Entwicklung der Pflanzen.

Die Untersuchung der Art, auf welche diese Bildungen, welche so wunderbar ihrem Zwecke angemessen sind, nach und nach entstehen, wird uns noch mehr Beweise einer planvollen Einrichtung geben. Indem wir unsere Aufmerksamkeit nur den Gefäße besitzenden Pflanzen zuwenden, an welchen der Entwickelungsprozeß mit dem größten Eifer und Erfolg studirt worden ist, so finden wir, daß die Natur zwei verschiedene Plane in der Art ihres Wachsthums beobachtet*). In einer großen Anzahl von Pflanzen geschieht das successive Wachsthum der Stämme von der äußern Seite der Theile, welche sie bilden. Diese

*) Nur die Familie der Filices oder Farrenkräuter, welche Gefäße

Art des Wachsthums findet man bei den Pflanzen, welche man exogeniſche nennt. Bei andern iſt das Wachsthum das Reſultat von Subſtanzmehrungen, welche von innen aus geſchehen; eine Weiſe, welcher durch alle endogeniſche Pflanzen gefolgt wird. Die Eiche, die Ulme, die Buche, die Fichte und alle Bäume der nordiſchen Regionen, gehören zu der erſten dieſer Abtheilungen. Die Familie der Palmen, wozu die Dattelpalme, der Kokosnußbaum, ſo wie eine große Menge der Bäume der tropiſchen Climate, ſo wie auch das Zuckerrohr, der Bambus und alle gras- und lilienartigen Pflanzen gehören, ſind in der letztern Abtheilung enthalten. Wir wollen zuerſt die Art des Wachsthums bei den endogeniſchen Pflanzen unterſuchen, indem dieß die einfachſte Art der vegetabiliſchen Entwickelung iſt.

Als Beiſpiel dieſer Art des Wachsthums bei den endogeniſchen Pflanzen nehmen wir den Palmbaum. Der Stamm dieſes Baumes iſt gewöhnlich vollkommen cylindriſch, erreicht eine große Höhe und hat auf ſeiner Spitze einen Büſchel von Blättern. Er beſteht nach außen aus einer außerordentlich feſten cylindriſchen Lage von Holz; aber das Gewebe wird nach Innen mehr und mehr weich und porös, je mehr es dem Mittelpuncte nahe kommt; doch ſcheint es in Beziehung auf ſeinen weſentlichen Character in jedem Theile gleich zu ſeyn, indem weder markige Strahlen, noch eine ächte äußere Rinde, noch im Centrum eine Höhle vorkommt, lauter Verhältniſſe, in denen es durchaus von unſern gewöhnlichen exogeniſchen Pflanzen ſich unterſcheidet. Das erſte Beginnen ſeines Wachsthumes beſteht in der Erſcheinung eines Cirkels von Blättern, welcher von dem Hals der Pflanze aufſchießt und in dem erſten Jahr eine gewiſſe Höhe bekömmt. Das nächſte Jahr entſteht ein anderer Cirkel von Blättern. Allein dieſe wachſen aus dem innern Theile des vorigen Cirkels heraus und treiben dieſen während ihres Wachsthums aus, ſo lange, bis eine hölzerne Materie ſich in ihm

beſitzen, machen eine Ausnahme von dieſer Regel, indem ſie in ihrer Entwickelungsweiſe von den exogeniſchen ſowohl als endogeniſchen Pflanzen verſchieden ſind.

abſetzt. Auf dieſe Weiſe entſteht ein jedes Jahr wieder eine friſche Gruppe von Blättern, vermiſcht mit Holzmaterie, welche Blätter nach außen einen Druck ausüben, und dadurch die vorhergegangenen Lagen, die ſie einſchließen, ausdehnen, bis die letztern eine größere Dichtigkeit erlangt haben, die frühere Ausdehnung nicht mehr zulaſſen und für immer feſt bleiben. Dies geſchieht zuerſt mit der äußerſten Lage, welches die älteſte iſt, ſodann wird jede nachfolgende Lage, ſobald die Reihe an ihr iſt, feſt. Wenn die äußere Lage ſo hart geworden iſt, daß ſie dem Drucke, der auf ſie ausgeübt wird, widerſteht, ſo nimmt das Wachsthum der innern Lagen unmittelbar ſeine Richtung nach oben, ſo daß ſie in der Stufenfolge von beſtimmten Graden emporwachſen und immer aus dem Innern hervorgehen, eine Art von Wachsthum, welche Decandolle mit dem Ausziehen der Röhren bei einem Telescop verglichen hat. Nachdem die äußere Schichte feſt geworden iſt, vergrößert ſich der Durchmeſſer des ganzen Stammes, mag er eine Höhe bekommen, wie er will, niemals. Alle Jahre entſpringt an dem Rande der neuen Holzſchicht ein Cirkel von Blättern; dieſe fallen im Herbſte ab, und laſſen an dem Stamme gewiſſe Spuren ihres frühern Vorhandenſeyns zurück, welche in einem ringförmigen Eindruck um den Stamm herum beſtehen. Man kann das Alter des Baumes nahezu durch die Anzahl dieſer Cirkel oder Knoten ſchätzen, welche an ihm hinauf zu ſehen ſind. Die verſchiedenen Knoten, welche man an den Stengeln anderer endogeniſchen Pflanzen beobachtet, wie man dies bei dem wachſenden Korn und bei verſchiedenen Grasarten ſieht, haben ihren Urſprung von einem ganz ähnlichen Vorgang.

Die Structur der exogeniſchen Bäume iſt bei weitem complicirter, denn wenn ſie gehörig ausgewachſen ſind, ſo kann man vornehmlich zwei Haupttheile an ihnen unterſcheiden, das Holz und die Rinde. An dem Holze bemerkt man wieder erſtens das Mark, welches den Mittelpunkt einnimmt und aus großen Gefäßen beſteht, welche nicht ſehr genau mit einander verbunden ſind, ſondern eine leichte und ſchwammige Textur haben; das härtere Holz, welches in concentriſchen Ringen oder Schichten das

Mark umgibt, und das weichere Holz oder der Splint, welcher ebenfalls in concentrischen Lagen die äußere Seite des vorigen umgibt. An jeder von diesen concentrischen Lagen von Holz und Splint, kann man ferner eine innere und äußere unterscheiden; die erstere ist von geringerer Dichtigkeit als die letztere, und besteht aus einem schwammigeren Zellgewebe, indem der äußere Theil aus dichtern Holzfasern zusammengesetzt ist, welche aus einer Verbindung zahlreicher Gefäße mit einer zelligen Höhle bestehen. Die Rinde wird von concentrischen Lagen der Rindensubstanz gebildet, von welchen die innerste der Bast genannt wird, und das Ganze ist mit einer äußern Schicht von Zellgeweben umgeben, welche die Zellhülle heißt; die äußere Oberfläche dieser Hülle nennt man Epidermis.

Alle diese concentrischen Ringe kann man sehr leicht durch einen horizontalen Durchschnitt des Stammes unterscheiden; man bemerkt aber auch alsdann eine Anzahl von Linien, welche Markstrahlen genannt werden, und welche von dem Marke an zum Umkreise hin sich strahlenförmig verbreiten. Diese bestehen hauptsächlich aus breiten Zellen, welche sich quer oder in der Richtung des Durchmessers des Baumes ausbreiten und durch ihre Verbindung zusammenhängende senkrechte Ebenen durch die ganze Länge des Stammes darstellen.

Jeder Pflanzenstamm und ebenso jeder Zweig, welcher aus diesem Stamme entspringt, entsteht aus einer Knospe oder einem Auge, welches ursprünglich von einer unbegreiflichen Kleinheit ist und durch kein optisches Hülfsmittel, das uns zu Gebote steht, erkannt werden kann. Sobald es sichtbar wird und sobald man seine Structur unterscheiden kann, so zeigt sich, daß es viele der Theile, welche aus ihm entstehen sollen, schon im Kleinen enthält, welche in dem allerkleinsten Raume ineinander gefaltet liegen. Der Theil, welcher bestimmt ist, den Stamm zu bilden, dehnt sich nach und nach, sowohl in Absicht auf Breite als auf Höhe aus, bis seine Fasern nicht nur zu seiner eigenen Unterstützung, sondern auch zur Unterstützung der Theile, welche nach und nach hinzukommen, die nöthige Stärke und Festigkeit gewonnen haben. Dieser Prozeß dauert bei den Bäumen

einen ganzen Sommer hindurch, während welchem das Wachsthum der ersten Holzlage, die im innern Marke sitzt und nach außen von einer Lage Rinde bedeckt ist, frei und uneingeschränkt sich entwickelt hat. Wenn nun im zweiten Jahr ein frischer Impuls die Vegetation weckt, so beginnt von dem obern Ende des ursprünglichen Stammes her ein neues Wachsthum, welches die Entwickelung einer neuen Knospe zu seyn scheint. Zu der gleichen Zeit bildet sich durch die Ablagerung neuer Materialien auf der äußern Seite des frühern Holzes und zwischen demselben und der Rinde eine Schicht von Zellgeweben. Auf diese folgt eine neue Lage von Holz, welche die Zellgewebschichte in sich schließt. Die Wirkung dieses neuen Wachsthums ist, die Holzlage, welche während des ersten Jahres gebildet wurde, zusammenzudrücken und ihre fernere Ausdehnung in die Breite zu hindern. Allein da deren Fasern, die aus Gefäßen und Zellen bestehen, noch nicht ganz fest geworden sind, aber doch so lange sie Nahrungssaft bekommen, den Trieb haben, sich immer mehr auszudehnen, so bekommt nun ihr Wachsthum, das gehindert ist, sich zur Seite zu bewegen, seine Richtung nach aufwärts, und eine Vergrößerung des Durchmessers ist daher von nun an nicht mehr möglich. Aus derselben Ursache kann das Mark sich nicht vergrößern, und man findet sogar, daß es durch den Druck des, dasselbe umgebenden Holzes verringert wird. Auf diese Weise währt die Verlängerung des ganzen Stammes das zweite Jahr hindurch, und die ganze Pflanze bekommt durch die Zugabe einer zweiten Holzlage an ihrer äußern Seite hinlängliche Stärke, um die Vermehrung ihrer Höhe zu tragen.

Während dieser Proceß in dem Holze vor sich geht, entstehen in der Rinde ganz entsprechende Veränderungen; denn eine neue Lage legt sich an deren innere Oberfläche, welche mit dem Holze zusammengrenzt. Diese Lage nennt man den Bast. Alle diese neuen Ablagerungen müssen nach und nach die äußern Theile der Rinde, welche zuerst entstanden sind, ausdehnen, und sie geben auch dieser Ausdehnung bis zu einem gewissen Grade nach; jedoch da dieselben durch die Wirkung des Druckes immermehr verdichtet werden, so erhalten sie mehr und mehr Starrheit

und wenn die nämliche Urſache fortfährt zu wirken, ſo gibt die Rinde am Ende an verſchiedenen Stellen nach und es bilden ſich ſo jene tiefen Spalten, welche man an der Rinde alter Bäume ſieht und deren Oberfläche ein ſo rauhes Anſehen geben. Das Oberhäutchen iſt lange vorher aufgeſprungen, und an ſeine Stelle ſind die verdichteten Lagen der Rindenhülle getreten, welche die Epidermis bilden. Jedoch wird dieſe durch die Ausdehnung der Theile, die ſie einſchließt, immerwährend zerſplittert, und fällt daher bald ab, wo ſie alsdann ſtets durch friſche Lagen erſetzt wird, die durch denſelben Verhärtungsproceß in der unter ihr liegenden Rindenſubſtanz erzeugt werden. Während dem dritten und jedem folgenden Jahr wiederholt ſich derſelbe Prozeß. Neue Lagen von Zellgewebe und Holzfaſern legen ſich um diejenigen herum, welche im vorhergehenden Jahr gewachſen ſind, und eine neue innere Bedeckung wird dem Baſte der Rinde zu Theil. Zugleich fährt die zuſammendrückende Kraft fort auf die innern Holzlagen zu wirken und macht, daß ſie ſenkrecht in die Höhe wachſen, ſo lange ſie einer Verlängerung fähig ſind und mit Nahrungsſaft verſehen werden. Mit der Zeit indeſſen werden die Gefäße und Zellen durch den fortwährenden Druck und die immerwährende Anhäufung feſter Materie weniger fähig, Flüſſigkeiten durchzulaſſen, bis am Ende alle fernere Vergrößerung aufhört. Allein trotz dem fährt der Baum immer noch fort, durch die, alle Jahre geſchehende, Bildung eines lebenskräftigen und ausdehnbaren Splintes, ſeinen Stamm zu vergrößern und eine Stelle unter ſeinen verwandten Waldgenoſſen einzunehmen, bis er zu ſeiner Reife gelangt, und dann ſeine majeſtätiſche Form ſich über alle jüngeren oder ſchwächeren Bäume erhebt *). Die Entwickelung eines jeden Aſtes

*) Es wird von Dr. Darwin und andern Schriftſtellern, die über Pflanzen-Phyſiologie geſchrieben haben, behauptet, daß der Zuwachs eines jeden Jahres eigentlich als eine Sammlung von mehreren individuellen Knospen zu betrachten ſey; daß jede Knospe ein beſonderes Pflanzen-Individuum ſey, und man daher einen ganzen Baum für eine Aggregation mehrerer ſolcher Individualitäten

findet ganz auf dieselbe Weise und durch denselben Lebensproceß statt, wie die des Stammes. Die Knospen, aus welchen er entspringt, entstehen in dem Winkel, welchen der Stengel, der das Blatt trägt, bildet, und welchen die Botaniker die Arilla des Blattes geheißen haben. Bei der Entwickelung aller dieser Pflanzentheile hat die Natur das Gesetz der Symmetrie beobachtet. Besonders die Blätter sieht man sehr häufig in einem Cirkel entstehen oder symmetrisch geordnet um den väterlichen Stamm, so daß sie das bilden, was man einen Wirbel heißt, oder, um mich eines Ausdrucks der Botaniker zu bedienen, sie stehen im Quirl; in andern Fällen findet man, daß sie in gleichen Zwischenräumen auf einer Spirallinie entstehen, welche man sich auf dem Stamme oder auf dem Aste, auf welchem sie wachsen, gezogen denkt. Wenn diese Zwischenräume dem Umkreise des Stammes gleich sind, so wechseln die Blätter an den entgegengesetzten Seiten mit einander ab.

Die Stämme der meisten Pflanzen, selbst deren, welche vollkommen aufrecht sind, haben eine Neigung, spiralförmig zu wachsen; dieß findet man in den Holzfasern der Fichte, obgleich die Richtung des ganzen Stammes vollkommen gerade ist. Dieselbe Tendenz ist ebenfalls in der Oberhaut des Kirschbaumes zu bemerken, welche viel leichter in der Richtung einer Spirallinie springt, als in einer andern. Die ursprüngliche Richtung der Blätter der endogenischen Pflanzen ist ebenfalls die Spirallinie. Dies bemerkt man besonders an den Stämmen der Schlingpflanzen und parasitischen Pflanzen, welche im Allgemeinen um ihre Längenachse gewunden sind; eine Bildung, welche offenbar auf den Zweck ihres ganzen Lebens hinarbeitet, nämlich an den Gegenständen, mit welchen sie in Berührung kommen, sich anzuhalten und sich um sie herumzuwinden, um sowohl Nahrung als Stütze zu suchen. Die gewundenen Stämme des Hopfens und Epheus zeigen diese Bildung in einem sehr bemerkenswerthen Grad, und der Zweck, weßwegen ihnen diese Nei-

anzusehen habe. Ich werde auf diese Frage bei der Betrachtung der Ernährung der Pflanzen zurückkommen.

gung, sich zu drehen, verliehen ist, kann durchaus nicht verkannt werden.

Man hat die Meinung ausgesprochen, diese Tendenz zum Wachsthum in der Spirallinie möchte vom Bedürfniß des Einflusses des Sonnenlichtes herkommen, welches während des Verlaufes der täglichen Bewegung der Sonne nach und nach auf verschiedene Seiten der Pflanzen wirkt. In unsern nördlichen Breiten ist die Richtung dieser Bewegung von Osten nach Westen, oder für einen Beobachter, der im Süden wohnt, von links nach rechts. Daß das Licht einen mächtigen Einfluß auf die Bestimmung der Richtung des Wachsthumes aller Pflanzentheile, welche über die Erde hervorragen habe, ist einem Jeden, der die Eigenthümlichkeiten der Pflanzen beobachtet hat, klar. Wenn eine Pflanze, welche im Wachsen begriffen ist, in eine Lage gebracht wird, wo sie das Licht von einer Seite herbekömmt, so wird sie sich immer nach und nach von selbst auf diese Seite wenden, zum Beweis, daß sie mit Begierde sich hindrängt, um der wohlthätigen Wirkung dieses Körpers theilhaftig zu werden. Die Blätter, deren Functionen ganz besonders diese Handlungsweise erfordern, findet man immer gegen das Licht hingekehrt. Die Aeste eines Baumes, welche von Natur eine Tendenz haben, in verticaler Richtung empor zu wachsen, verlieren durch die Anziehung gegen das Licht, wenn dieses ihnen blos von einer Seite her geboten wird, diese Tendenz. Auf solche Weise sind, während die an dem Gipfel befindlichen Aeste sich nach allen Richtungen in voller Ueppigkeit hin ausbreiten, diejenigen, welche sich unter diesen befinden, gezwungen, eine mehr seitliche Richtung anzunehmen, und dieser Fall tritt immer in größerem Maße ein, je tiefer die Aeste sind, welche oft bis zu einer bedeutenden Entfernung in horizontaler Lage wachsen, ehe sie sich nach oben kehren, um ihre Blätter dem Lichte zuzuwenden. Häufig aber ist ihr Wachsthum aus Mangel an diesem wichtigen Reiz sehr eingeschränkt oder ganz gestört. Die Wirkung dieses Umstandes kann man am Besten in dem Innern eines dichten Waldes beobachten. Man kann der Theorie, daß das spiralförmige Wachsthum ein Resultat der Bewegung der Sonne

ſey, entgegenſetzen, daß, wenn dieß der Fall wäre, die Richtung der Spirallinie immer dieſelbe ſeyn müßte, d. h. von der Linken zur Rechten aufſteigend, in Beziehung auf die Axe. Allein man findet nicht, daß dies der Fall iſt, denn obgleich die Richtung der Windungen bei einer und derſelben Pflanze ſtets dieſelbe iſt, ſo iſt ſie doch durchaus nicht in Allem dieſelbe. Wollaſton hat zur Beſtätigung dieſer Theorie die ſehr ſinnreiche Behauptung aufgeſtellt, daß wenn man Pflanzen von der ſüdlichen Hemiſphäre in die nördliche bringen würde, dieſe Richtung umgekehrt ſeyn werde; nun iſt es freilich klar, daß die Bewegung des Sonnenlichtes in den zwei Hemiſphären in einer entgegengeſetzten Richtung geſchieht, und auf der ſüdlichen Hemiſphäre für einen Beobachter, der gegen die Stellung der Sonne im Meridian ſich kehrt, welche im Süden gegen Norden hinzeigt, von der Rechten zur Linken iſt; allein die Thatſachen ſind mit dieſer Anſicht des Gegenſtandes nicht in Harmonie, ſo daß wir dieſe Hypotheſe als unhaltbar betrachten.

Die Wurzeln unterſcheiden ſich weſentlich von den Stämmen, ſowohl in Abſicht auf ihre Structur, als auch in Abſicht auf ihr Wachsthum. Sie zeigen zwar Markſtrahlen und concentriſche Lagen ganz deutlich, allein ſie haben weder Mark noch Luftzellen. Auch hat ihre Oberfläche durchaus keine Spur von Stomata. Sie wachſen aber in die Dicke auf dieſelbe Weiſe wie die Stengel. Dieſes Geſetz gilt ſowohl bei exogeniſchen als bei endogeniſchen Pflanzen; jedoch wachſen ſie nicht durch Verlängerung eines ihrer Theile in die Länge, ſondern blos durch Anwüchſe, welche an ihrem Ende entſtehen. Ihre Verzweigungen ſind nicht das Ergebniß einer Entwickelung von Augen, wie das bei den Zweigen der Stämme der Fall iſt, ſondern ſie entſtehen blos durch Ablagerungen, die verſchiedene Richtungen annehmen. Beinahe jeder Theil der Oberfläche der Stämme oder Aeſte kann, wenn er mit Erde bedeckt wird, ſofort Wurzeln treiben, nur muß gehörige Feuchtigkeit da ſeyn, und daß er von dem Cirkulationsſyſtem der Pflanze ſelbſt gehörig mit Saft verſehen werde. Man hat indeſſen beobachtet, daß die Wurzeln im Allgemeinen aus gewiſſen Punkten der Oberfläche der Rinde entſtehen, welche als dunkle Flecke erſcheinen

und Lenticelle genannt werden *). Eine große Mannigfaltigkeit ist in der Form und Bildung der Wurzeln bei verschiedenen Pflanzenfamilien zu beobachten, namentlich was die verschiedenen Zwecke betrifft, für die sie vorhanden sind, in Beziehung auf ihre allgemeinen Functionen der Aufsaugung und der mechanischen Unterstützung. Beide Zwecke werden dadurch erfüllt, daß sie zahlreiche Fasern oder kleine Würzelchen an ihren Seiten haben, welche sie ebensowohl in ihrer Haltung im Boden befestigen, als auch ihre Nahrungskanäle vermehren.

Die Natur hat verschiedene Pflanzen mit gewissen Anhängseln zu den schon erwähnten Organen versehen, deren Nutzen meistens leicht begreiflich ist. Dieser Art sind die Ranken, welche dazu bestimmt sind, die Stämme der schwächeren Pflanzen zu befestigen und ihnen Stütze zu geben; die Stipulæ, welche die aufkeimenden Blätter beschützen, und die Bracteæ, welche den Blüthen einen ähnlichen Dienst leisten. Die verschiedenen Arten von Haaren, von Flaum **), von Dornen und Stacheln, welche auf der Oberfläche verschiedener Pflanzen gefunden werden, haben verschiedenen Nutzen, welcher ziemlich leicht eingesehen werden kann, besonders der, daß sie die Pflanzen gegen die Feindseligkeiten der Thiere schützen. Dahin gehören die Stacheln der Nessel, und die Structur dieser Stacheln zeigt eine merkwürdige Analogie, wie wir später sehen werden, in den Giftzähnen der Schlange.

Der Zweck, den der Flaum hat, welcher eine große Menge von Pflanzen bedeckt, ist nicht ganz klar. Vielleicht dient er dazu, dieselben vor den beleidigenden Einwirkungen kalter Winde auf ihre zarte Oberfläche zu beschützen, oder die Ablagerung von Flüssigkeiten zu begünstigen, oder, wie man ferner geschlossen hat, kann die Menge von Spitzen, welche auf diese Weise der Luft dargeboten werden, dazu dienen, die Electricität aus der

*) Dieser Name wurde ihnen von Decandolle gegeben. Annales des sciences, VII. 1, und Organographie, I. 94.

**) Die feinern Haare und Flaumfädchen bestehen aus verlängerten Zellen, welche entweder einfach sind oder sich an ihren Spitzen an einander reihen.

Atmosphäre herbeizuführen, oder das electrische Gleichgewicht, welches durch den Proceß der Vegetation gelitten haben kann, wieder herzustellen. Sowohl in den kleinern Theilen der Pflanzen als auch in der Construction der ganzen Pflanze finden wir durch genaue Prüfung, daß für die besondern Umstände, die der Zufall herbeiführen kann, durch mechanische Vorrichtungen der Cöhäsion, der Unterstützung und Vertheidigung, auf die bewundernswürdigste Weise gesorgt ist. So ist die Substanz des Blattes, dessen Functionen erfordern, daß eine große Oberfläche dem Licht und de Luft dargeboten sey, in einer dünnen Schicht über ein Gerippe von Fasern gelegt, welche die Bildung von Strahlen haben, die durch ein Netzwerk kleiner Fäserchen miteinander verbunden sind und das ausmachen, was man das Skelet der Pflanze geheißen hat.

Obgleich der Gegenstand, bei allen diesen vegetabilischen Substanzen, der gleiche zu seyn scheint, so ist doch in den Mitteln der Erreichung dieses Zweckes die allergrößte Verschiedenheit sichtbar, und es scheint, daß das Gesetz der Mannigfaltigkeit, wie wir schon früher gesehen haben, in allen Naturproducten als ein leitendes Princip durchgeführt sey.

§. 4. Thierische Organisation.

Die Einrichtungen, welche den Zwecken des vegetabilischen Lebens entsprechen, die auf Ernährung und Reproduction beschränkt sind, würden für die Ausübung der thätigern Lebensfunctionen und der höheren Kraftäußerungen der Thiere durchaus unzulänglich seyn. Die Fähigkeit der Ortsbewegung, mit welcher die Thiere ausgerüstet sind, muß wesentliche Verschiedenheiten in ihrer Organisation herbeiführen, und erfordert eine Verbindung von Festigkeit und Biegsamkeit in den Theilen, welche zu starker Bewegung bestimmt sind, und durch mächtige Bewegungskräfte in Thätigkeit erhalten werden.

Sowohl die thierische als auch die vegetabilische Organisation mußte nothwendig aus festen und flüssigen Theilen bestehen. Ein jedes thierische Gewebe scheint aus einer Materie gebildet zu sein, die ursprünglich in einem flüssigen Zustande war und deren

Theilchen mit einander in Verbindung gebracht, und nachher, vermöge eines Processes, welchen wir mit einer Metapher, die wir von der Physik borgen, animalische Crystallisation nennen, fest geworden waren. Viele Thiere, namentlich die, welche den untersten Rang in der Thierreihe behaupten, wie die Medusen, sind dem flüssigen Zustande außerordentlich nahe; sie erscheinen als eine weiche und durchscheinende Gallerte, welche entweder durch natürliche Zersetzung nach dem Tode, oder durch die Anwendung der Hitze sich in eine klare wässerige Flüssigkeit verwandelt*). Eine genauere Untersuchung zeigt indessen, daß das Thier in Wahrheit keine homogene Masse ist, sondern daß es einem großen Theil nach aus Wasser besteht, welches in einer Art von schwammiger Textur eingeschlossen ist, deren Fasern aber wegen ihrer außerordentlichen Feinheit und Gleichförmigkeit der Vertheilung nur schwierig entdeckt werden können. So sind oft gerade diese Einrichtungen bei den Thieren, welche bei einer oberflächlichen Betrachtung sehr einfach erscheinen, in der Wirklichkeit durch eine außerordentlich künstliche und zusammengesetzte Anordnung der Theile ausgezeichnet. Der Entwickelungsproceß hat immerwährend die Neigung, die Structur des Körpers mehr und mehr fest zu machen. In dieser Hinsicht erscheinen die Individuen der niedern Ordnung des Thierreiches, wenn sie zu ihrer vollkommensten Reife gelangt sind, unter denselben Zuständen, als die Thiere der höheren Classen in der ersten Zeit ihrer Existenz. Je höher wir in der Stufenreihe der Thiere emporsteigen, desto mehr kommen wir zu den Bedingungen der mehr fortgeschrittenen Entwickelungsstadien, welche sich in den höchsten Classen zeigen. Die Physiologen haben sich große Mühe gegeben, die Bildung zu entdecken, welche als das einfachste Element aller thierischen Gewebe betrachtet werden kann, gleichsam das rohe Material, aus welchem die ganze Maschine gemacht ist; aber ihre Arbeiten

*) So kann man eine Meduse, welche 20 oder 30 Pfund wiegt, auf diese Art von Verflüssigung auf wenige Grane fester Materie zurückführen. Siehe Peronnet, Annales du musée, T. XV. p. 43. Siehe auch eine Abhandlung Gay's und Gaimard's in den Annales des sciences naturelles, T. I. p. 245.

waren bis hieher fruchtlos. Man hat in Menge grillenhafter Hypotheſen über dieſen Lieblingsgegenſtand der Speculation herbeigebracht, allein ſie haben weder ein nützliches noch ein befriedigendes Reſultat gegeben. Haller, der dieſe Unterſuchung mit dem größten Fleiße verfolgte, kam zu dem Schluß, daß eine einfache oder eine Primordialfaſer vorhanden ſey, welche er darſtellt, als ſtünde ſie zur Anatomie in derſelben Beziehung, als eine Linie zur Geometrie. Schon die chemiſche Analyſe iſt hinreichend, alle dieſe Hypotheſen über den Haufen zu werfen, welche die Einförmigkeit der Elementarmaterien der thieriſchen Organe beweiſen ſollen, denn man findet, daß dieſe in ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung ganz außerordentlich verſchieden ſind. Eben ſo wenig hat uns das Microſcop in der Auflöſung dieſes Problems geholfen, denn, obgleich von vielen Beobachtern behauptet wurde, daß die letzten Elemente einer jeden thieriſchen Bildung in ganz kleinen Kügelchen beſtehen, ſo kann man doch dieſen Reſultaten, welche durch die Anwendung mächtiger Inſtrumente entſtanden, welche ſo manche Quelle der Täuſchung in ſich enthalten, wenig Vertrauen ſchenken. Daß nicht nur im Blute, ſondern in allen thieriſchen Flüſſigkeiten ſich Kügelchen befinden, iſt keinem Zweifel unterworfen, und daß dieſe Kügelchen, wenn ſie an einander hängen, viele feſte Körper bilden, iſt gleichfalls außerordentlich wahrſcheinlich; aber es iſt noch ſehr dem Zweifel unterworfen, ob ſie weſentlich zur Bildung anderer Theile beitragen, wie zur Bildung der Muskelfaſern, der Nerven, der Bänder, der Sehnen und des Zellgewebes, denn die neueſten und augenſcheinlich genaueſten microſcopiſchen Unterſuchungen beweiſen, daß in keinem dieſer Gewebe Kügelchen ſich befinden *). Das Element, das wir ohne Schwierigkeit als dasjenige Organ betrachten können, das den größern Theil der thieriſchen Bildungen zuſammenſetzt, iſt dasjenige, welches wir unter dem Namen Zellgewebe kennen; obgleich wir daſſelbe unter dem gleichen

*) Siehe den Anhang zu Dr. Hodgkins' und Dr. Fiſcher's Ueberſetzung von Edward's Werk „Ueber den Einfluß der phyſicaliſchen Agentien auf das Leben", S. 440.

Namen als die Elementarmaterie der Pflanzenorganisation kennen gelernt haben, so ist es doch in seiner Structur und nach seinen mechanischen Eigenschaften weit von ihm verschieden; es besteht nicht, wie das Pflanzenzellgewebe, aus einer Verbindung von Bläschen, sondern es wird durch die Verbindung von außerordentlich feinen Blättchen oder Schüppchen gebildet, welche durch Fasern und andere Blättchen auf verschiedene Weise an einander geheftet sind, so, daß sie einander in verschiedenen Richtungen durchkreuzen und kleine Höhlen oder Zellen zwischen sich lassen. Diese Zellen, oder besser diese Zwischenräume, communiciren frei mit einander und können in der That als eine gemeinschaftliche Höhle angesehen werden, die durch eine Menge Abtheilungen in kleinere Räume abgetheilt wird. Daher ist das Zellgewebe durchaus leicht durchdringbar für Flüssigkeiten aller Art, und hält dieselben gerade so wie ein Schwamm zurück.

Das Zellgewebe ist nicht allein das Element, oder das wesentliche Material, welches die Natur in der Bildung aller Theile der thierischen Organisation angewandt hat, sondern in seiner einfachsten Form gibt es das allgemeine Mittel der Verbindung zwischen angrenzenden Organen, und ebenso zwischen einzelnen Theilen desselben Organes ab. Gleich dem Mörtel, welcher die einzelnen Steine eines Gebäudes verbindet, ist das Zellgewebe das allgemeine Cement, welches dazu verwandt wird, alle festen Gebilde unter einander zu verbinden. Seine Eigenschaften sind den mechanischen Zwecken, welche in den verschiedenen Theilen des Körpers erfordert werden, vollkommen angepaßt und selbst auf verschiedene Weise modificirt und den besondern Zwecken eines jeden Falles angemessen. Wenn z. B. verschiedene Theile über einander bewegt werden müssen, so hat das Zellgewebe, welches zwischen denselben liegt, gerade den Grad der Dichtigkeit, welcher dem Grade der erforderlichen Bewegung entspricht. Dasjenige, welches die Muskeln unter einander verbindet, oder die Gelenke umgibt, so wie das, welches an allen andern Theilen, die eine ausgezeichnete Bewegung haben, gefunden wird, hat eine schlaffere Textur und wird von breiten und ausdehnbaren Platten gebildet, welche wenig Seiten-

verbindung haben und große Zwischenräume zwischen sich lassen, indem in den mehr ruhenden Theilen die Platten des Zellgewebes dünn und schmal, die Fasern kurz und klein und ihre Zwischengewebe geschlossener und mehr verdichtet sind.

Neben dem, daß das Zellgewebe biegsam und ausdehnbar ist, ist es zugleich außerordentlich elastisch, eine Eigenschaft, welche für die Construction des ganzen Körpers von außerordentlichem Nutzen ist. Nicht nur wird durch seine Elasticität die Dislocation der Theile verhindert, sondern, wenn dies der Fall war, so kehren sie in ihre natürliche Lage zurück. Diese Eigenschaft hat für den Mechanismus der Thiere weit mehr Wichtigkeit als für den der Pflanzen, weil es für die energischeren, thatkräftigeren ersteren weit nothwendiger ist.

Das Zellgewebe läßt in seiner einfachen Form sehr leicht Flüssigkeiten durch sich hindurchpassiren; doch ist es in vielen Fällen nöthig, ihrem Durchgange Schranken entgegen zu setzen. Solche Schranken sind die Membranen, welche durchaus blos Modificationen desselben Materials sind, indem hier das Zellgewebe in eine zusammenhängende Platte von einer dichtern Textur ausgebreitet ist, welche dadurch entsteht, daß die Oberflächen der Platten in so dichte Verbindung gekommen sind, daß alle Zellzwischenräume verschwinden und nicht mehr für Flüssigkeiten durchgänglich sind. Das Zellgewebe behält die Biegsamkeit und Elasticität, welche ihm ursprünglich eigen war, erlangt aber durch die Verdichtung als Membran eine größere Stärke und Festigkeit, Eigenschaften, welche es zu vielen wichtigen Zwecken fähig machen *).

Die Membrane werden überhaupt dazu verwandt, entfernter liegende Organe zu verbinden und dienen oft dazu, die Richtung und Größe ihrer Bewegungen zu bestimmen. Sie liefern feste Materialien zur Bekleidung, zur Unterstützung und zur Bedeckung

*) Um die wirkliche Stärke der Membrane darzuthun, spannte Scarpa einen Theil des Peritonæum (welches eine sehr dünne Membran ist, die die Höhle des Bauches auskleidet) über einen Reif und fand, daß wenn er Gewichte auf diese Haut legte, sie erst, nachdem sie mit 15 Pfund beladen war, nachgab.

aller wichtigen Theile des Körpers. Was Paley die Einpackung der Organe genannt hat, ist namentlich eine Wirkung derselben. Ebenso werden diese Häute dazu verwandt, die innere Oberfläche der großen Höhlen, die sich im Körper befinden, zu überziehen, wie die der Brust, des Abdomen oder des untern Theiles des Rumpfes, welcher die Verdauungsorgane enthält. Nachdem sie die Wandungen der betreffenden Höhlen überzogen haben, so schlagen sie sich über die Organe zurück, welche in diesen Höhlen enthalten sind, so daß sie denselben einen äußern Ueberzug gewähren. Ihre innere Oberfläche zeigt überall eine weiche und glatte Beschaffenheit, so daß die Organe, welche in der Höhle enthalten sind, ohne sich zu verletzen, über sie hingleiten können. In allen diesen Fällen wird eine dünne Flüssigkeit, welche man Serum nennt, abgesondert, welche den Zweck hat, die Oberflächen, die mit einander in Berührung sind, zu befeuchten und schlüpfrig zu machen, und welche die schlimmen Zufälle, die sonst durch die Reibung entstehen könnten, unmöglich machen. Daher wurden die Häute, welche diese Höhlen auskleiden, seröse Häute genannt. In der Nachbarschaft von Gelenken befinden sich geschlossene Höhlen derselben Gattung, nur kleiner, und hier wird auch die Reibung durch eine außerordentlich schlüpfrig machende Flüssigkeit, die man Synovia nannte, die zwischen den Oberflächen der Membranen, welche diese Höhlen auskleiden, abgesondert wird, verhindert.

Da die Membrane den Flüssigkeiten keinen Durchgang verstatten, so werden sie besonders dazu verwandt, dieselben aufzubewahren, indem sie für diesen Zweck Säcke oder Taschen verschiedener Art bilden. Der Dintenbehälter des Dintenfisches, die Gallenblase und selbst der Magen, sind Beispiele für diese Art von Structur. Da die Wandungen dieser Säcke ausdehnbar und elastisch sind, so passen sie sich sehr leicht von selbst dem bald größern bald kleinern Umfang der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten an. Zweitens finden wir, daß diese Häute Röhren verschiedener Art bilden, um darin Flüssigkeiten von einem Orte zum andern zu leiten. So finden sich in den höheren Classen der Thiere unzählige Kanäle, welche verschiedene Arten von Flüssigkeiten füh-

ren; dieſe Kanäle, ſeyen ſie nun zu Stämmen verbunden oder in Aeſte getheilt, nennt man Gefäße.

Die Flüſſigkeiten, welche in den Gefäßen enthalten ſind, bleiben niemals ſtehen, ſondern werden ohne Unterlaß in einer beſtändigen Richtung vorwärts bewegt. Um die rückgängigen Bewegungen der Flüſſigkeiten, welche durch dieſe Kanäle zu laufen haben, zu verhindern, iſt die zweckmäßige Einrichtung der Klappen da. Die innere Haut des Gefäßes iſt dazu verwandt, dieſe Klappen zu bilden. Daher iſt ſie in eine Falte ausgedehnt, welche die Geſtalt eines halben Mondes hat und mit dem convexen Ende an die Wandungen des Gefäßes befeſtigt iſt, indem das andere Ende frei in deſſen Höhlung ſchwimmt. Wenn nun die Flüſſigkeit in eine ihrem Laufe entgegengeſetzte Richtung getrieben wird, ſo erhebt ſie von ſelbſt das freie Ende der Klappe, welche, da ſie an der entgegengeſetzten Seite des Kanals befeſtigt iſt, den Durchgang ſehr kräftig verſchließt. Im Gegentheil ſetzt ſie der natürlichen Strömung der in dem Gefäße enthaltenen Flüſſigkeit kein Hinderniß entgegen, indem alsdann beide Enden genau an dieſelbe Seite anpaſſen. Sehr häufig findet man an derſelben Stelle zwei oder auch drei Klappen, deren Enden ſo beſchaffen ſind, daß ſie gleich den Schleußen und Schlöſſern eines Kanales ſich in der Mitte berühren *). Unter den zahlloſen Beiſpielen von zweckmäßiger Einrichtung, welche man bei der Unterſuchung der thieriſchen Organiſation findet, iſt vielleicht keines, das ſo ſchlagend und handgreiflich wäre, als der bewundernswürdige Mechanismus der Klappen.

Wenn wir von den einfachern zu den zuſammengeſetztern Organiſationsſyſtemen aufſteigen, welche für Thätigkeiten von einem höhern Rang beſtimmt ſind, ſo finden wir in den mechaniſchen Mitteln, welche dazu angewandt werden, die Functionen des Lebens zu erfüllen, eine größere Verſchiedenheit. Gewebe von

*) Fig. 14 zeigt den Durchſchnitt eines Gefäßes; man ſieht die Lage der Klappen, wenn ſie ſich an die Seiten des Gefäßes anlegen, indem die Strömung in der Richtung vorwärts zieht, welche durch den Pfeil angezeigt iſt. In Fig. 15 ſieht man, wie ſie den Durchgang verſchließen, weil die Strömung rückwärts drückt.

größerer Stärke als die Häute allein besitzen, werden dann für die Sicherheit, die Unterstützung und die Vertheidigung wichtiger Organe, und ganz besonders für die Ausübung von ergiebigen Bewegungen erfordert. Zur Erreichung dieser Zwecke gibt es eine besondere Art von Fasern, welche von einer viel dichtern Substanz gebildet werden, als die allerfestesten Formen des Zellgewebes sind. Das thierische Product, das man Eiweiß nennt, besitzt eine weit größere Cohäsionskraft, als die Gallerte, welche die Basis der Häute ist. Die Zugabe von Eiweiß verschafft daher die erforderlichen Eigenschaften, und die Fasern, welche durch die Verbindung desselben mit Gallerte entstehen, sind undurchsichtig und haben eine glänzendweiße Farbe. Dadurch, daß auf diese Art ineinandergeflochtene Fasern entstehen, wird ein festes Gewebe gebildet, welches außerordentlich zäh und unnachgiebig ist. Die fibrosen Gewebe, wie man sie genannt hat, haben die Biegsamkeit der Membrane, übertreffen sie aber bei weitem an Stärke; aber indem sie zugleich keiner Ausdehnung fähig sind, haben sie nothwendigerweise keine Elasticität. Daher werden sie zu äußern Ueberzügen, zur Umkleidung solcher Organe verwandt, welche nicht dazu bestimmt sind, ihre Lage zu verändern.

Gelegenheitlich geben diese fibrosen Kapseln, wie man sie genannt hat, Fortsätze ab in das Innere der Organe, um denselben eine mechanische Stütze zu gewähren. Dies ist z. B. der Fall bei den Häuten, welche das Gehirn der Säugthiere umgeben, und welche zwei Scheidewände bilden, davon die eine in verticaler, die andere in horizontaler Richtung sowohl die beiden Hälften des großen Gehirns als auch das kleine Gehirn von dem großen scheiden; beide sind in ihrer eigenthümlichen Lage ganz fest ausgespannt und dienen dazu, den Druck gehörig zu vertheilen. In andern Fällen sind diese Platten von fibrosen Häuten zugleich zu Bandagen verwandt, welche die Muskeln eng umschließen und sie in ihren Lagen fest halten; diese Membranen werden Fascien genannt; die Gelenke sind mit ähnlichen Bändern umgeben, welche man Kapselbänder heißt.

Indem wir die Gebilde des Thierkörpers in der Ordnung ihrer wachsenden Dichtheit verfolgen, so finden wir, daß das

Eiweiß, welches ihre Zusammensetzung ausmacht, sich immer mehr vermehrt, während die Verhältnisse der Gallerte und des Schleimes sich vermindern. Wenn ein Gebilde eine mehr gleichförmige Zusammensetzung hat, so ist es im Allgemeinen weniger elastisch, als wenn es aus mehreren Stoffen zusammengesetzt ist. Ebenso trägt ein bedeutendes Vorherrschen des Eiweißes zur Verminderung der Elasticität bei. So zeigen die dichtesten Arten der fibrosen Textur statt dünner und breiter Ausbreitungen elastischer Häute, die Dicke und verlängerte Form nicht ausdehnbarer Stränge, welche man gewöhnlich Bänder und Sehnen nennt. Diese Gebilde widerstehen mit der größten Gewalt jeder Kraft, die zu ihrer Ausdehnung verwandt wird; eine Eigenschaft, welche am Ende die Elasticität ausschließt, jedoch große Zähigkeit zeigt, wenn sie mit Biegsamkeit verbunden ist. Mit einem Wort, sie besitzen alle Eigenschaften, welche man an einem Seil wünschen kann. Man kann kaum glauben, wie groß die Kraft seyn muß, welche erfordert wird, um ein Band zu strecken oder entzwei zu reißen; denn es gibt auch nicht im Geringsten nach, bis die Kraft so ungeheuer verstärkt wird, daß sich auf einmal die ganze Textur der Fasern trennt. Nichts kann künstlicher eingerichtet seyn als die Verwebung der Fasern eines Bandes, denn nicht nur liegen sie in Bündeln beisammen, wie bei einem Seil, wo die einzelnen Bündel parallel an einander liegen, sondern, wenn man es genau untersucht, so findet man, daß sie durch Querfasern unter einander verknüpft sind, welche so genau in einander verflochten sind, daß keine Kunst dieß nachahmen kann. Nur durch lange Maceration im Wasser kann diese schöne Structur entwickelt werden.

Die mechanischen Eigenschaften dieser fibrosen Gebilde, welche durchaus unausdehnbare Bänder sind, machen sie fähig zu Verbindungen, wo durchaus keine Bewegung stattfinden darf. Es kommen indessen viele Fälle vor, in welchen eine Substanz nöthig ist, die große Compactheit und Stärke mit einem bedeutenden Grad von elastischer Kraft verbindet. Zur Erfüllung dieses Zweckes ist ein Gebilde vorhanden, das aus zusammengeflochtenen Fasern besteht, die diese verlangte Elasticität haben. Dieser

Art ist die Structur der elastischen Bänder der Thiere, welche im Allgemeinen zur Unterstützung schwerer Theile angewandt werden, welche getragen werden sollen. Bei den Säugethieren ist ein Beispiel dieser Art das starke Band, welches, wie wir finden, längs des Rückens und Nackens an dem Kopfe befestigt ist und das Gewicht desselben unterstützt, wenn die Thiere sich zum Weiden bücken. Dieses, das Nackenband, wie man es genannt hat, ist einer großen Ausdehnung fähig, und vermöge seiner Elasticität sucht es mit einer beträchtlichen Kraft seine natürliche Länge wieder zu erhalten, nachdem es ausgedehnt worden ist. Dieses Band findet man besonders stark bei Thieren, welche einen langen Hals haben, wie beim Kameel und bei der Giraffe*). Beim Menschen, wo es nicht darauf ankommt, den Kopf, der ohnehin von der Wirbelsäule getragen wird, noch besonders zu befestigen, fehlt dieses Band. Ein anderes Beispiel von elastischen Bändern kommt bei den zweischaligen Mollusken vor. An der Stelle, wo sich die beiden Schalen verbinden (wie z. B. bei der Auster, bei der Perlenmutter, wo dieses elastische Band den sogenannten Pfauenstein enthält), hält dasselbe die Schalen des Thieres offen, wenn letzteres keine Gewalt anwendet, dieselben zusammenzuhalten **).

*) Viele Vögel haben lange elastische Bänder, welche die Halswirbel mit den Nackenwirbeln verbinden. ähnliche Bänder sind auch dazu bestimmt, die Flügel an dem Körper fest zu halten, wenn sie nicht zum Fliegen gebraucht werden, und eine ähnliche Vorrichtung findet man in den Flügeln der Fledermäuse. Das Gewicht der großen massigen Verdauungsorgane der fleischfressenden Thiere erfordert ebenfalls eine fortwährende Unterstützung dieser Art, und diese wird durch ein breites elastisches fibröses Band bezweckt, welches an dem untern Theil des Leibes ausgespannt ist. Dieses ist besonders stark bei dem Elephanten, welcher weit länger in einer horizontalen Stellung verweilt als die andern Säugethiere, und man hat bemerkt, daß das Zellgewebe dieses Thieres einen ungewöhnlichen Grad von Elasticität besitzt. Siehe Hunter, „Von dem Blut ꝛc", S. 112.

**) Das fibröse System, zu welchem sowohl die Sehnen und Bänder als auch die Knochenhäute, Muskelscheiden und elastischen Gewebe gehören, und welches System eine ganze Reihe von zusammenhängenden Häuten mit vielen Fortsätzen und Verlängerungen darstellt, hat zu seiner chemischen Grundlage nicht blos die Gallerte

Die Klauen des Löwen und anderer Thiere der Katzenfamilie werden in ihre Scheiden durch die Hülfe von zwei elastischen *) Bändern zurückgezogen. Hierher gehören auch die gelben Fasern der Arterien und wahrscheinlich auch die elastisch gelbliche Substanz, die die Bänder der Stimmritze bildet. Einrichtungen dieser Art finden sich sehr häufig bei den Insecten **).

Die thierische Substanz, welche in Betreff der Dichtigkeit auf die fibrösen Organe folgt, ist der Knorpel; der Zweck dieser Art der Structur ist, weicheren und beugsameren Theilen eine Stütze zu gewähren, und, wo mechanische Eigenthümlichkeiten erfordert werden, die Festigkeit mit einem gewissen Grad von Elasticität verbindet. Der Knorpel besteht aus einem feineren und gleichförmigeren Material als irgend eines der vorhergehenden Gebilde.

---

oder den thierischen Keim und das Eiweiß, wie der Verfasser behauptet, wir halten es für angemessener, den Faserstoff, den man freilich als ein modificirtes Eiweiß ansehen kann, wegen seiner ausgezeichnetern Eigenschaften als besondern Stoff zu betrachten, und möchten daher ihm sein Recht auf die Zusammensetzung der fibrösen Organe vindicirt wissen. Das fibröse System ist eines der wichtigsten im ganzen Organismus und vornehmlich dazu geschaffen, die Theile in eine innigere Verbindung untereinander zu setzen. Fibröse Organe überziehen das ganze Skelett als Knochen- und Knorpelhaut, wo sie zur Erhaltung des Knochens beitragen. Von den Knochen aus setzen sie sich als Sehnen, Bänder, Gelenkkapseln und Muskelscheiden über die gesammten Organe der Ortsveränderung fort und bilden sogar Fortsätze, die in die Substanz der Muskeln hineinragen. Auf der andern Seite bekleiden sie die Nerven, welche aus dem Gehirn und Rückenmark entspringen, von ihrem Austritt aus den betreffenden Höhlenscheiden. Was das Nackenband betrifft, so glauben wir, daß es nicht sowohl dazu dient, das Gewicht des Kopfes zu tragen, sondern daß es die Function hat, die Muskeln, welche bei der tiefen Haltung des Kopfes, wenn das Thier weidet, so sehr leicht ermüden würden, zu unterstützen. Ein Beweis für diese Behauptung ist der Umstand, daß das Nackenband, wie dies so häufig bei Pferden in Folge von Druckschäden und sogenannten Maulwurfsgeschwülsten der Fall ist, verloren gehen kann, ohne daß deshalb das Thier seinen Kopf sinken ließe. Das gelbe Band, welches die Bauchwandungen einiger Thiere umkleidet, hat wahrscheinlich bei weiblichen Säugthieren, welche kein Becken haben, noch den Nutzen, daß es vermöge seiner elastischen Zusammenziehungen der Gebärmutter eine Gegenwirkung entgegensetzt, und dadurch die Geburtsthätigkeit leitet; es ist deßhalb wahrscheinlich bei den wallfischartigen Thieren so sehr entwickelt. Von dem Zwecke der Unterstützung der Eingeweide kann bei diesen Thieren nicht die Rede seyn, weil sie sich im Meere aufhalten, wo ihr ganzer Körper durch das Seewasser gehörige Unterstützung gewinnt. Anmerkung des Uebersetzers.

*) Nach *Beclard*, Additions à l'anatomie générale, de X., *Bichat* ꝛc. und meiner eigenen Untersuchung findet sich dort nur ein einziges Band, welches seinen Sitz an der Ulnarseite der Klaue hat. Anm. des Uebers.

**) Chabrier, Memoires du musée, T. VI. p. 416.

Er besteht meistens ganz aus Eiweiß mit einem kleinen Gehalte von kalkiger Materie *). Einer Membran unter keiner Form ähnlich, enthält derselbe auch keine Fasern; wenn man ihn jedoch mit einem scharfen Messer schneidet, so zeigt er eine dichte homogene Substanz von einer weißen Perlfarbe. Seine Oberfläche ist glatt und wo sie einer Reibung ausgesetzt ist, wie in den Gelenken, oft ganz polirt. (Diese Politur scheint aber vornehmlich daher zu rühren, daß in den Gelenken, die, sonst den Knorpeln eigene, Knorpelhaut fehlt.)

Bei allen niedern Thierclassen wendet die Natur den Knorpel dazu an, die Stelle des Knochens zu ersetzen, wenn nämlich die Organisation eine feste Unterlage nöthig hat. In einer großen Ordnung der Fische, zu welcher der Haifisch, der Stör und der Roche gehören, finden wir das ganze Skelett aus Knorpeln bestehend. Bei sehr jungen Säugthieren findet man anstatt der Knochen Knorpel, und bei den erwachsenen Thieren sind in den verschiedenen Organen, wie in den Ohrmuscheln, den Augenlidern **), den Nüstern und verschiedenen Theilen der Kehle und Luftröhre, biegsame Knorpel angebracht, welche denselben eine bestimmte Gestalt und Festigkeit verleihen. In allen diesen Fällen waren Knochen, welche, neben dem, daß sie dreimal schwerer gewesen wären, keine Elasticität gehabt hätten und dem Bruche ausgesetzt gewesen wären, bei weitem nicht so gut anzuwenden gewesen. Knorpel kommen oft als Zwischenverbindungen zwischen verschiedenen Knochen vor, wie z. B. bei den Rippen und dem Brustbein, wo sie, außer dem größern Vortheil der Leichtigkeit, bei der Nachgiebigkeit des Materials jene Unannehmlichkeiten vermindern, die heftige Stöße auf den Körper hervorbringen. Die

*) Dies ist durchaus unrichtig, denn die Knorpeln lösen sich durch längeres Kochen im Wasser als Thierleim gänzlich darin auf. Die vorzüglichsten Bestandtheile sind: Organische Materie (viel Leim mit wenig Osmazon, Speichelstoff, Eiweißstoff und Kässtoff 96,598, Salze 3,402. Siehe L. Gmelin's „Handbuch der theoretischen Chemie", II. Bd., S. 1364. Anm. d. Uebers.

**) Der Knorpel in den Augenlidern kommt nur beim Menschen vor, und fehlt mit wenigen Ausnahmen, wie z. B. dem Schwein, den Thieren gänzlich; freilich haben aber die meisten Thiere einen Ersatz in der Nickhaut, welche meistens knorpeliger Natur ist. Anm. d. Uebers.

Natur ſcheint bei der Bildung des Knorpels den äußerſten Grad von Dichtigkeit erreicht zu haben, welcher bei einer Textur erreichbar iſt, die blos aus den gewöhnlichen Elementen des Thierkörpers beſteht. Doch ſind in unzähligen Fällen Subſtanzen nöthig, welche eine viel größere Härte mit einer vollkommenen Starrheit verbinden, um weichen und zarten Gebilden einen wirkſamen Schutz zu gewähren und dem Körper eine feſte Baſis zu geben, und um Hebel verſchiedener Art zu bilden, welche den energiſchen Bewegungen der höhern Thiere dienen. Alle dieſe Zwecke zu erreichen, war es nöthig, ein Material, das mehr Feſtigkeit und Cohäſion beſaß und durch die dichte Zuſammenfügung ſeiner Theile fähig war, feſte und unbiegſame Organe zu bilden, anzuſchaffen. Die Subſtanzen, welche die Natur in dieſer Abſicht ausgewählt hat, ſind die Kalkſalze. In manchen Fällen wird der kohlenſaure und in andern Fällen der phosphorſaure Kalk angewandt, um dieſe harten und unnachgiebigen Gebilde zu erzeugen, und häufig ſind dieſe beiden kalkigen Materien mit einander in verſchiedenen Verhältniſſen vereinigt, um ein und daſſelbe ſolide Organ zu bilden. In Fällen, wo der kohlenſaure Kalk vorherrſcht, oder die einzige erdige Ingredienz iſt, bildet er Schalen. Eine größere Menge von phosphorſaurem Kalk kommt in den Kruſten vor, wie bei den Hummern und Krebſen; Fälle, wo die erdige Materie beinahe phosphorſaurer Kalk iſt, kommt in verſchiedenen Formen der Knochen vor *). Ich werde bei Gelegenheit dieſe Bildungen beſchreiben und die Eigenheiten einer jeden derſelben angeben.

Der Schutz zarter Bildungen des Organismus gegen die beleidigenden Eindrücke der Außenwelt iſt für die thieriſche Oeconomie ein Gegenſtand der größten Wichtigkeit, und ein Gegenſtand, auf deſſen Ausführung die Natur die größte Sorgfalt gewandt hat. Zu dieſem Zweck hat ſie die Thiere mit Bedeckungen verſehen; ein Ausdruck, der nicht nur die Haut bezeichnet, ſondern auch alle Theile, welche unmittelbar mit derſelben in

*) Bei niedern Thieren, wie bei den Schwämmen und verwandten Thieren, wird die Unterlage des Thieres nicht durch Kalkſalze, ſondern durch Kieſelerde gebildet. Anm. d. Ueberſ.

Verbindung stehen und durch dieselbe Gefäße gebildet und ernährt werden. Kein Theil zeigt in Absicht auf Form und äußere Erscheinung größere Mannigfaltigkeit in seiner Structur, als die Bedeckung; jedoch ist trotz aller dieser Mannigfaltigkeiten leicht einzusehen, daß derselbe allgemeine Plan ihrer Construction zu Grunde lag, und daß jede besondere Bildung von der Verbindung derselben Elementartheile herrührt. Das Wichtigste dieser Elemente, welches im Allgemeinen die Grundlage der Haut bildet, ist das Corium oder die Lederhaut, die äußerste Lage derselben wird epidermis, cuticula oder die Oberhaut genannt, und zwischen diesen beiden findet man häufig eine Zwischenlage, die man rete mucosum oder das Schleimnetz nennt.

Die Lederhaut ist gewöhnlich von beträchtlicher Dicke und wird von starken und zähen Fasern gebildet, welche genau mit einander verbunden sind und von unzähligen Verzweigungen von Blutgefäßen jeder Art durchzogen werden. Sie besitzt eine große Biegsamkeit und ist einer beträchtlichen Ausdehnung fähig; Eigenschaften, welche sie geschickt machen, sich allen Bewegungen des Körpers und der Glieder anzupassen, so wie sich der wechselnden Größen der Theile, welche sie bedeckt, anzuschließen. Da sie zugleich sehr elastisch ist, so bekommt sie bald ihre natürliche Formen und Dimensionen wieder, nachdem sie, wenn sie ausgedehnt worden ist, sich selbst überlassen wird. Die Haut ist mit den unter ihr liegenden Muskeln und andern Theilen durch eine Menge Zellgewebe verbunden, welches, in Uebereinstimmung mit den Zwecken, zu denen es verwandt wird, zuweilen die Haut sehr genau mit diesen Theilen verbindet und in andern Fällen denselben eine freie und ausgebreitete Bewegung gestattet. Diese letztere Eigenschaft zeigt sich vornehmlich deutlich bei dem Waschbär, einem Thiere, bei welchem die Haut außerordentlich los um die Glieder hängt und den Körper gleich einem weiten elastischen Kleide einschließt; so, daß wenn man das Thier auch noch so fest bei dem Nacken faßt, es seinen Kopf ganz leicht vollkommen herumdrehen kann, um den, der es hält, in die Finger zu beißen. Auf ähnliche Weise ist die Haut des Frosches nur an wenigen Theilen fest mit dem Körper verbunden und kann sehr leicht ab-

gezogen werden. Eine dünne Lage von Muskelfasern findet man oft unmittelbar unter der Haut, und der Zweck dieser Muskelfasern ist, die Haut über den unter ihr liegenden Theilen hin und her zu bewegen. Bei Thieren, welche sich in eine Kugel zusammenrollen können, sind diese Muskeln sehr groß und bedeutend entwickelt. Wir werden sehen, daß bei den Mollusken dieser Muskel-Apparat mit den allgemeinen Bedeckungen verbunden ist und ein besonderes Gebilde ausmacht, das man den Mantel nennt. Unmittelbar auf der Lederhaut liegt das Schleimnetz, welches eine außerordentlich dünne Lage weicher thierischer Materie ist und von einem Netzwerk sehr zarter Fasern zusammengesetzt wird, welches mehr oder weniger von der Farbe enthält, durch welche die Haut gefärbt wird.

Die Oberhaut ist eine Membran ganz besonderer Natur, besteht aus einer dünnen Lage eiweißstoffartiger Materie und erscheint in Absicht auf Zusammensetzung und Textur durchaus gleichförmig. Sie ist für Flüssigkeiten undurchdringlich, hat jedoch die Eigenschaft, Feuchtigkeiten an sich zu saugen und nach und nach den unter ihr liegenden Gebilden mitzutheilen. Ihre Dicke ist in verschiedenen Theilen sehr verschieden und richtet sich nach dem Grade des Schutzes, welchen sie gegen Druck, Reibung oder andere beleidigende Ursachen zu leisten hat. Da sie nicht durch Gefäße ernährt wird, so wird ihre äußere Lage leicht trocken und unbrauchbar; und in Folge dessen ereignet sich von von Zeit zu Zeit eine Lostrennung dieser äußern Lage, deren Verlust aber sehr schnell durch ein frisches Wachsthum von derjenigen Oberfläche her, die in Verbindung mit der Lederhaut ist, wieder gut gemacht wird. Häufig ist dieser Häutungsprozeß periodisch, wie man dies am deutlichsten bei den Schlangen wahrnimmt.

Ganz besondere Einrichtungen wurden getroffen, um die Oberhaut gesund zu erhalten, und ganz besonders, um sie vor den schädlichen Einflüssen des sie umgebenden Elementes zu bewahren. Häufig wird dieser Zweck durch die Beigabe einer öligen Flüssigkeit erreicht, welche in kleinen Höhlungen erzeugt wird, die in der Lederhaut selbst liegen und kleine Ausführungsgänge

haben, die auf der Oberfläche münden. Diese Höhlungen, welche man Schmeerdrüschen nennt, sind im Allgemeinen in groſser Anzahl über die verschiedenen Theile des Körpers verbreitet und kommen besonders an denjenigen Stellen vor, wo sich Falten befinden und wo die gröſste Reibung ist. Bei Fischen, Mollusken und andern Wasserthieren wird die Haut gegen die Einwirkung des Wassers durch eine klebrige oder schleimige Secretion geschützt, welche auf eine ähnliche Weise bereitet wird und vermittelst Ausführungsgängen, deren Oeffnungen auf einer Linie an jeder Seite des Körpers liegen und leicht mit dem unbewaffneten Auge gesehen werden können, an die Oberfläche gelangt.

In Verbindung mit der Haut, und besonders mit der Oberhaut, stehen gewisse Organe von sehr verschiedenen Formen, welche den Zweck haben, einen noch gröſsern Schutz zu gewähren, zugleich aber als Bewegungsorgane anzusehen sind, und nicht selten in Angriffswaffen bestehen.

In diese Klasse gehören alle Arten von Haaren, wie die Wolle, der Pelz, die Federn, Borsten und die Stacheln, so wie auch die gewöhnlicheren Arten von Haaren. Alle diese Organe sind in ihrer chemischen Zusammensetzung der Oberhaut ähnlich und unterscheiden sich nur von ihr durch höhere Grade der Härte und Verdichtung. Das Horn besteht aus demselben Material wie das Haar, und ebenso die Nägel, die Hufe und die Klauen der Säugethiere, so wie die Schuppen der Fische, der Reptilien und anderer Thiere. Die Bedeckung der Insecten und besonders ihre mehr fetten und hornigen Bedeckungen, enthalten indessen, wie wir weiter unten ausführen werden, ein besonderes chemisches Princip, das man Entomoline genannt hat.

Alle diese Theile scheinen indessen mit den Lebensäuſserungen des Systemes, mit welchem sie verbunden sind, in einer entfernten Beziehung zu stehen, und es ist noch einigem Zweifel unterworfen, ob sie als dem lebenden Theil des Körpers angehörende Organe des Körpers betrachtet werden müssen, oder ob sie nur äuſserliche Anhängsel sind. Allein, obgleich sie in ihren Formen, ihrem Nutzen und ihrer äuſsern Erscheinung sehr verschieden sind, so werden sie doch alle durch dieselbe Art von Gefäſs-Verzwei-

gungen erzeugt, die auf so verschiedene Weise angebracht sind, um den besondern Umständen eines jeden Falles zu entsprechen; auch die Art ihrer Entwickelung ist bei allen dieselbe.

Eine außerordentlich zarte und fein organisirte Masse, welche zum Theil aus kleinen Gefäßen, zum Theil aus einer gallertartigen Substanz bestehen, in welche diese Gefäße sich verzweigen, machen den Apparat aus, durch welchen die ernährenden Theilchen ausgewählt, verbunden, und in das Material der betreffenden Theile umgewandelt werden. Die eigenthümliche Form, Lage, und sonstige Beschaffenheit dieser gefäßreichen Substanz bestimmt dann die zukünftige Gestalt und Größe des Organes, das aus ihr entstehen soll. Die Materialien, welche dem erzeugenden Organ zu Grunde liegen, werden bald in Massen abgelagert, welche den Schuppen des Krokodilles ähnlich sind, bald in Plättchen, wie bei den Hufen und Nägeln und ebenso bei den Schuppen der Fische*); und zuweilen unter der Form von Faden, wie in den Haaren, welche letztere oft mit einander durch einen festen Kitt in mehrere Fäden verbunden sind, so daß sie in eine harte und feste Masse zusammenschmelzen, davon das Horn des Rhinoceros und die Hufwand des Pferdes merkwürdige Beispiele geben. In allen diesen Fällen sind die Theile, wenn sie einmal entstanden sind, keiner weitern Ernährung fähig, und erfahren von dem Augenblick ihrer Ausbildung an, keine Veränderung, ausgenommen die, welche von äußern Einflüssen herrühren. Durch den immerwährenden Zuwachs, welcher an ihrer Basis oder Wurzel

*) Man kann die eigenthümliche Structur der Fischschuppen leicht unterscheiden, wenn man sie unter einem stark vergrößernden Microscope betrachtet. Indem die Breite einer jeden neuen Schichte größer ist, als der vorhergehenden, so reichen deren Ränder weiter hinaus, und die ganze Oberfläche hat daher ein concentrisch gestreiftes Ansehen, welches dieselbe zu einem interessanten Gegenstand für microscopische Untersuchungen macht. Fig. 16 zeigt die gestreifte Oberfläche einer Schuppe des Cyprinus alburnus, oder des Weißfisches, und Fig. 30 dasselbe von Perca fluviatilis, oder dem Flußbarsch. In Fig. 18 sieht man, wie diese Schuppen wie die Ziegel eines Daches über einander liegen. Alle diese Zeichnungen stellen eine beträchtliche Vergrößerung dar.

entsteht, wo die Gefäße immer frisches Material ablagern, wachsen sie nach und nach, dringen aus der Haut hervor und fahren durch denselben Prozeß so lange fort zu wachsen, als die Gefäße in Thätigkeit sind. Die Natur dieses Vorganges kann man durch den Haarwuchs leicht beweisen. In Fig. 19 sieht man die Einrichtung, welche der Bildung derselben zu Grunde liegt, in einem imaginären Durchschnitt der Wurzel außerordentlich vergrößert. Jedes Haar entsteht aus einer sehr kleinen gefäßreichen markigen Masse (P) von einer ovalen Gestalt, welche im Corium oder in der Lederhaut (D) ihren Sitz hat *).

Diese markige Masse wird von einer Scheide oder Kapsel (C) eingeschlossen, welche mit der darin enthaltenen Masse und der Haarwurzel, die in derselben wächst, die Haarzwiebel ausmacht. Die Haarzwiebel selbst ist in einer kleinen Zelle enthalten, die durch verdichtete Häute (S) gebildet wird, an welchen sie nur in dem untern Theile fest hält, wo die Gefäße und Nerven in die Marksubstanz eindringen. Das Haar, welches durch die Ablagerungen, die auf der innern Seite der Kapsel geschehen, wächst, besteht aus zwei Theilen, einem Theil dem äußeren oder Schaft (O) und dem innern Theil der äußern Seite der Markmasse, welche der Centraltheil genannt wird (I), und wird so lange nach oben getrieben, bis es die Haut durchbrochen hat. Während es diesen Weg macht, bildet sich in der Haut selbst ein Kanal, der mit dem zusammenhält, welcher die Zwiebel umgibt, und der Verlauf dieses Kanals ist gewöhnlich schief. Bei dem Elephanten, wo die Dicke und Dichtigkeit der Haut dem Durchgang der Haare bedeutende Hindernisse entgegensetzt, kann man bei genauer Untersuchung bemerken, daß manche Haare (wie man bei B sieht) nur einen gewissen Weg durchbrochen haben und die Oberfläche nicht erreichen können.

Man hat sehr häufig die Meinung aufgestellt, daß jedes Haar, während es die Oberhaut (E) durchbricht, bei der Stelle Q mit

*) In der vorliegenden Zeichnung ist E ein Durchschnitt der Oberhaut; der punctirte Theil R zeigt die Lage des unter der Oberhaut befindlichen Schleimnetzes und D die Lederhaut oder das Corium.

ſich einen Theil dieſer Haut nach außen nimmt, welcher ſich bei dem Wachsthum des Haares ausdehnen ſoll, um ihm einen feinen äußern Ueberzug zu geben. Jedoch haben genauere ſpätere Unterſuchungen gezeigt, daß dieß nicht der Fall iſt, und daß nur ein kleiner Theil der Oberhaut an dem hinaufwachſenden Haar hängen bleibt, welcher aber durchaus nicht verlängert wird; ſo daß, wenn die ganze Haarzwiebel zerſtört und ſein Mark aufgeſogen wird, das Haar durch die geringſte Gewalt ausgezogen werden kann.

Aus dieſer Darſtellung iſt erſichtlich, daß das Haar urſprünglich eine Röhre iſt, deren Inneres mit Markmaſſe ausgefüllt iſt. Jedoch, wenn die Markmaſſe ſich nur auf den Theil des Haares beſchränkt, welcher im Wachsthum begriffen iſt, ſo kommt es nie über der Oberfläche der Haut zum Vorſchein; und die Höhle, welche ſich in dem Haare befindet, verſchwindet entweder nach und nach oder wird mit einem härtern Mark oder einer leichtern ſchwammigen Subſtanz, die wahrſcheinlich Luft enthält, ausgefüllt. Nach einer gewiſſen Periode verkleinert ſich die Haarzwiebel durch das Schwinden der Gefäße, deren Kräfte nicht mehr hinreichen, die nöthige Nahrung zu liefern. Der erſte Nachlaß in der Nahrung zeigt ſich dadurch, daß keine gefärbte Materie mehr abgeſondert wird, und daher das Haar grau wird. Einige Zeit nachher werden die Gefäße vollkommen undurchgänglich, die Haarzwiebel ſchrumpft ein, das Haar fällt aus, und der Kanal, den deſſen Wurzel in der Haut hatte, obliterirt.

Die Haare verſchiedener Thiere und zuweilen die der verſchiedenen Theile deſſelben Thieres, ſind in Abſicht von Geſtalt, Textur und mechaniſcher Eigenſchaften verſchieden. Zuweilen ſind ſie, ſtatt cylindriſch zu ſeyn, mehr oder weniger abgeplattet, geſtreift, mit tiefen Ringen verſehen, oder ſogar perlenſchnurförmig. Anſtatt feſt zu ſeyn, haben ſie die Geſtalt von Röhren*); und ſie zeigen auch in Abſicht auf Länge, Feinheit, Zähigkeit, Sprödigkeit und

*) Dies möchten wir in Zweifel ziehen, indem das röhrige Ausſehen der Haare nur von der Unterſuchung derſelben im trockenen Zuſtande herrührt, wo das in ihnen befindliche Mark verſchwunden iſt. Platt gedrückt finden ſich die Haare beim Nabelſchwein, perlenſchnurförmig beim Moſchusthier. Anm. d. Ueberſ.

Fähigkeit sich zu kräuseln, die größte Verschiedenheit. Alle diese Mannigfaltigkeiten haben den Zweck, den verschiedenen Bildungen der Formen und den verschiedenen Zwecken, welche die Theile der Haarzwiebel, namentlich das Mark und die Kapsel, auszuführen haben, zu entsprechen *).

Die Beschaffenheit der Organe, durch welche die Haare gebildet werden, kann in den gewöhnlichen Arten der Haare nicht leicht unterschieden werden, weil sie für die Untersuchung zu klein sind; man sieht dieß indessen bei den großen Barthaaren der Katzengattungen und der Seehunde, die zu höheren Zwecken als zu der bloßen Bedeckung des Körpers dienen und zugleich mit Nerven versehen sind, welche dieselben zu Gefühlswerkzeugen machen.

An den Stacheln des Stachelschweines hat man eine bei weitem complicirtere Construction entdeckt, in Fig. 19^{b} sieht man einen solchen Stachel mit seiner zwiebelartigen Wurzel, der dem Thiere ausgerissen worden ist, und Fig. 20 zeigt einen vergrößerten Querdurchschnitt davon. Die Zwiebel ist in einer bestimmten Zelle enthalten, die man in (A) Fig. 21 sieht, welche einen Längendurchschnitt dieser Organe darstellt. Diese Zelle enthält eine Portion Fett, in welcher die zahlreichen Gefäße, welche das Mark und die Kapsel derselben versehen, enthalten sind. Die Zwiebel selbst ist noch in eine andere äußere Scheide eingeschlossen (S), in deren Höhle (B) ein Ausführungsgang (D) mündet, der von einem kleinen Bläschen oder Drüschen (F) ausgeht, welches in der Zellsubstanz auf der äußern Seite der Scheide liegt. Dieses obere Bläschen hängt nach unten mit einer andern Höhle zusammen, die eine schmierige Materie enthält. Während der Bildung des Stachels geht diese schmierige Materie durch einen Kanal und trägt wahrscheinlich zur Bildung des Stachels bei.

Die Kapsel, welche das Mark einschließt, besteht aus zwei Häuten, deren eine die andere einschließt. In Fig. 22 sieht man die Zwiebel durch Hinwegnahme und zur Seitelegung dieser beiden Häute blosgelegt. Der hornige Theil des Stachels wird durch die

*) Siehe F. Cuvier's Abhandlung über die Bildung der Stachelschwein-Stacheln in den Nouvelles annales du musée, I. p. 429.

innere Haut (I) abgesondert und nach und nach in aufeinander folgenden Platten abgesetzt. Die äußere Haut sieht man bei O. Das Mark selbst, das man bei P sieht, ist ganz merkwürdig organisirt; seine Oberfläche ist kannellirt oder durch Fortsätze gebildet, welche der Länge nach gehen. Die hornige Materie, welche zwischen diesen Fortsätzen abgelagert wird, richtet sich ganz nach deren Beschaffenheit und besteht aus Platten, welche von dem Umkreise des Cylinders gegen dessen Mittelpunkt hin convergiren. Der Durchschnitt in Fig. 20 zeigt diese convergirenden Platten, welche, da sie von schwarzer Farbe sind, der Oberfläche des Stachels ein gestreiftes Ansehen geben, das indessen nur in einer optischen Täuschung besteht, welche dadurch herbeigeführt wird, daß man die dunkeln Platten durch die durchscheinende äußere Bedeckung sieht, ein Umstand, der leicht in die Augen springt, wenn man die Oberfläche des Stachels durch ein gutes Vergrößerungsglas betrachtet *). Nach einer gewissen Periode des Wachsthums hört das Mark auf zur Bildung der schwammigen Substanz, welche das Innere des Stachels ausmacht, das erforderliche Material herzugeben. Allein, obgleich es nicht länger secernirt, so bleibt es doch an seiner Stelle, und da die Kapsel immer noch Hornmaterie absetzt, so wird aus dem Stachel eine hohle Röhre von beträchtlichem Durchmesser. Wenn der Stachel eine gewisse Größe erreicht hat, so beginnt das Mark einzuschrumpfen und der Durchmesser der Röhre nimmt ab, so daß an beiden Enden der Stachel spitzig zuläuft; auf solche Weise sind Abwechslungen in der Größe und Thätigkeit der Marksubstanz mit Veränderungen in der Kapsel hinreichend, eine jede Verschiedenheit in Absicht auf Form und Lage der betreffenden Organe herbeizuführen.

Unter den mechanischen Vortheilen der Bedeckung ist der, den hervorspringenden Theilen des Körpers, und vornehmlich den Knochen, welche einen ungleichen Druck ausüben, als ein Unter-

*) Es wurde von F. Cuvier beobachtet, daß diese gestreifte Bildung den Stacheln des Stachelschweines der alten Welt eigen ist. Die Amerikanischen haben keine solche Plättchen.

stützungskissen zu dienen, keiner der unbedeutendsten. Dieser Zweck wird durch Niederlage einer Schichte von Fett, welches eine weitere thierische Substanz ist, die unter den Elementen des Thierkörpers aufgezählt zu werden verdient, erreicht. Es besteht in einer öligen Flüssigkeit, welche nach der Analyse von Chevreül aus zwei Stoffen besteht, welche er durch die Ausdrücke Stearine und Elaine unterschieden hat*). In warmblütigen Thieren ist die Temperatur des Körpers meistens hinreichend, die Verbindung dieser beiden Substanzen flüssig zu erhalten. Jedoch ist dafür gesorgt, daß das Fett nicht im Zellgewebe umherfließen kann, dadurch, daß es in besondern Bläschen von außerordentlicher Kleinheit eingeschlossen ist**). Daher hat die ganze Masse von Fett, welche aus einer Anhäufung solcher Bläschen besteht, durchaus nicht den Anschein einer Flüssigkeit, sondern scheint aus kleinen Körnchen zusammengesetzt zu seyn, welche durch häutige Hüllen zu größern Massen verbunden werden; eine Structur, welche zur Bildung von weichen Kissen verwandt wird, die nur einen ganz kleinen Theil von Elasticität besitzen und nur in einem bestimmten Grade dem Drucke nachgeben.

§. 5. Muskelkräfte.

Bei Maschinen, welche durch menschliche Kunst gebaut werden, besteht der Hauptvortheil darin, die Kräfte, welche den Gang der Maschine leiten und unterhalten, so zu vertheilen, daß sie in einem bestimmten Verhältnisse zu einander stehen und in einer bestimmten Ordnung auf die ihnen angewiesenen Gegen-

*) Diese beiden Stoffe haben sehr verschiedene Grade der Cohäsion; die Elaine ist bei der gewöhnlichen Temperatur flüssig und die Stearine beinahe fest, daher ist die Consistenz der Vereinigung von beiden von den Verhältnissen abhängig, in denen sie gemischt sind. Auf diese Weise hat man ein leichtes Mittel, die mechanischen Eigenschaften des Fettes nach den Umständen zu verändern. Im Allgemeinen gilt das Gesetz, daß bei Fleischfressern die Elaine, bei Pflanzenfressern aber die Stearine vorherrscht.

**) Monroe schätzt den Durchmesser dieser Bläschen von dem 800sten bis den 600sten Theil eines Zolles, aber deren Größe ist bei verschiedenen Thieren verschieden.

stände wirken um so die gewünschten besondern Zwecke auszuführen. So zahlreich auch die Theile des ganzen Apparats, welcher in einer gewissen Absicht angewandt wird, seyn mögen, so verschiedenartig die Form seiner Walzen, seiner Hebel oder seiner Rollen, und so zusammengesetzt auch ihre Verbindung seyn mag, so löst er sich doch in eine Reihe von Zwischenwerkzeugen auf, die dazu bestimmt sind, von der Quelle der Kraft die Bewegung zum Ende hinzuleiten, oder von dem ersten Punct aus, dem Bewegung mitgetheilt wird, diese zu den Theilen zu leiten, welche am Ende bestimmt sind, die Wirkung der angewandten Kraft zu erfahren. Es ist ein in der Physik angenommener Grundsatz, daß reine Maschinenkraft nicht fähig ist, eine mechanische Kraft zu erzeugen, sondern daß ursprünglich immer die Kraft von einer äußerlichen Quelle herkommen muß. Ein solcher von außen kommender Impuls, komme er nun von dem Drucke der Luft oder von dem Falle eines Wasserstromes, oder von der Kraft der Menschen und der Pferde, oder von irgend einer Art äußerer Thätigkeit, muß immer wieder erneuert werden, theils um die Maschine in Thätigkeit zu setzen, theils ihre Thätigkeit, wenn sie einmal angefangen hat, fortzusetzen. Auch dann ist der Fall durchaus nicht wesentlich verschieden, wenn die Quelle der Bewegung offenbar in irgend einem innern Theil der Maschine selbst ihren Grund hat, z. B. in einer Taschenuhr, welche durch eine Feder getrieben wird, oder in einer Dampfmaschine, welche durch elastische Dämpfe, die in ihrem Cylinder enthalten sind, bewegt wird. Die Feder auf der einen Seite und der Dampf auf der andern, sind, obgleich sie als treibende Kräfte zu betrachten sind, doch in Wahrheit nur Zwischen-Agentien, welche eine Kraft, die von andern Kräften herkommt, der Maschine mittheilen. In der Taschenuhr ist die bewegende Kraft von der Hand herzuleiten, welche die Uhr aufzieht; in der Dampfmaschine ist es das Feuer, welches den Dämpfen die erforderliche Elasticität gibt.

Der lebende Körper unterscheidet sich von einer unorganischen Maschinerie dadurch, daß er durch sich selbst ein Bewegungsprincip enthält, welches, so viel wir begreifen können, auf

keine der primären Kräfte, welche in der unbelebten Welt vorkommen, zurückzuführen ist. Dieses Princip hat man Contractilität (Zusammenziehungskraft) genannt. In den Thieren, welche auf das einfachste gebildet sind, scheint jeder Theil der Substanz des Körpers ganz gleich, einer wie der andere, mit dieser Zusammenziehungskraft begabt zu seyn, obgleich man keine Spur von fibrosen Gebilden an ihnen wahrnimmt. Dies ist der Fall bei allen niedern Zoophyten, bei den Infusorien wie bei den Polypen, den Medusen und den einfachern Arten der Eingeweidewürmer.

Bei den Polypen und Infusorien treffen wir eine ganz eigene Art von Wirkung auf die sie umgebenden Flüssigkeiten, vermittelst sehr feiner und durchaus microscopischer Fäden, die man Cilien nennt, und welche das Thier durch irgend eine unbekannte Kraft mit der größten Schnelligkeit hin und her bewegen kann. Zuweilen findet man auch diese Organe bei Thieren, welche zu höhern Classen gehören. Wo sie vorhanden sind, haben sie, wie wir nachher sehen werden, sehr wichtige Functionen auszuführen, zuweilen tragen sie etwas zur Respiration, zuweilen zur Aufnahme des Futters bei und dienen ziemlich allgemein als Instrumente der fortschreitenden Bewegung. Bei Thieren, welche auf einer etwas höheren Stufe stehen, finden wir schon die Bildung von Fibern, welche erst unregelmäßig durch die weiche Körpersubstanz zerstreut sind; jedoch wo die Organisation complicirter und verfeinerter wird, sind diese Fibern in Bündel versammelt und bilden das, was man im eigentlichsten Sinne Muskeln nennt. Die Muskelfasern sind an den Enden der Theile, welche bewegt werden sollen, befestigt. Bei den niedern Thieren sind diese Befestigungspunkte vornehmlich an der Haut oder an andern äußern Theilen, welche zu Zwecken der Ortsbewegung dienen. In den höhern Classen, wo die festen Theile, oder das Skelett, ihren Sitz mehr in dem Mittelpunkt des Systemes haben, sind die Muskeln im Innern des Körpers an dasselbe befestigt und genauer in Massen abgeschieden, davon jede in der Bewegung des Körpers ihre eigene Function hat.

Die besondere Eigenschaft, welche die Muskelfaser auszeichnet,

gen des Thieres außerordentlich erleichtern*). Eine Art von bei weitem zusammengesetzteren Structuren findet man an den Fasern derjenigen Muskeln, welche hohle Säcke bilden, wie bei dem Magen und dem Herzen. Wir finden in der Substanz dieser Organe Lagen von Muskelfasern, welche eine spiralförmige Richtung haben und welche daher die Wirkung der Längenfasern und Cirkelfasern vereinigen; wenn sie nun aber mit einer von diesen verbunden sind, so dienen sie dazu, die Thätigkeit des Organes auf die verschiedenste Weise zu modificiren**).

Die unendlich feine Mechanik, mit welcher die bewegenden Kräfte für die ihnen zukommenden Zwecke angeordnet sind, kann man nicht nur bei den größern Organen entdecken, wo eine bedeutende Kraft in Anwendung kommt, sondern auch, und zwar auf eine bei weitem erkennbarere Art in der Ausführung kleinerer Bewegungen, welche die allergrößte Genauigkeit und die zierlichsten Einrichtungen erfordern. Wir können hier nicht umhin, die Uebereinstimmung, welche menschliche Kunstwerke in dieser Hinsicht haben, zu betrachten, wo die größern Bewegungen, durch eine einzige Reihe von Thätigkeiten, die mit einer bedeutenden Kraft und Schnelligkeit wirken, rasch ausgeführt werden, während die kleinern Wirkungen durch einen bestimmten Theil der Maschine bewirkt werden, welcher zwar eine feinere Thätigkeit hat, jedoch mit geringerer Kraft wirkt. Wenn z. B. der Astronom seinen Teleskop durch eine kräftige Ma-

*) Carus, Tabulæ anat. comp., Fol. Tab. I, Fig. 6.

**) Die Muskelfasern des Herzens sind in zwei Lagen abgetheilt, jede Lage geht spiralförmig von der Basis oder dem breiten Theil desselben bis zur Spitze hin, allein da die Richtung der Windungen in jeder Lage verschieden ist, die sich gegenseitig kreuzen, so entsteht dadurch der Vortheil einer Verbindung von schiefen Muskeln, der bereits angeführt wurde. So schön ist die Anlage der Muskelfasern des Herzens auf diese Weise berechnet, um mit dem geringsten Aufwand von Zusammenziehung in den einzelnen Fasern das in ihm enthaltene Blut schnell und vollständig auszutreiben.

Der Magen hat drei Lagen von Muskelfasern, wovon die eine in Kreisfasern, die andere in Längenfasern besteht, und die dritte schräge Fasern sind. Die Längenfasern sind nach außen. Die Ringfasern in der Mitte und die schrägen Fasern nach innen. Anm. d. Uebers.

schine auf denjenigen Theil des Himmels richtet, wo der Gegenstand sich befindet, den er sehen will, so gehört ein viel feinerer Mechanismus dazu, das Instrument genau auf den Punct zu bringen, und wiederum ist wieder ein anderer dazu nöthig, um den Focus der Gläser zu richten. Es kommen überhaupt in dem Mechanismus des thierischen Körpers viele Parallelen mit andern Mechanismen vor, indem die eine Reihe von mächtigen Muskeln für die größere Bewegung bestimmt ist, und eine andere Reihe dazu dient, die zartern Biegungen und feinern Lagen zu vollführen. Ein Beispiel davon finden wir in der Bewegung der Finger und mancher Organe der feinern Sinne.

Wir können indessen im Allgemeinen bemerken, daß die mechanischen Hülfsmittel, welche die Natur zur Ausführung irgend eines besondern Zweckes angewandt hat, durch die wunderbarste Einfachheit charakterisirt sind, wir können daher sowohl hier wie in anderer Hinsicht nicht umhin, ihre unendliche Ueberlegenheit über jede menschliche Erfindung anzuerkennen. Bei dem Mechanismus der Gelenke kann man allgemein beobachten, daß die Muskeln so gelagert sind, daß sie entweder unmittelbar oder mit Hülfe ihrer Sehnen auf eine Stelle wirken, welche dem Puncte der Bewegung viel näher ist, als dem Puncte der Resistenz, welche überwunden werden soll. Es ist daher in Beziehung auf ihre mechanische Kraft klar, daß sie auf eine sehr unvortheilhafte Weise für ihre Wirkung angelagert scheinen, ein Nachtheil, der noch durch die Schiefheit der Wirkung in Beziehung auf die Richtung der Bewegung, vergrößert wird, allein die Zusammenziehungskraft, welche der Muskelfaser eigen ist, ist so ungeheuer, daß sie diese Verluste gänzlich ausgleicht, so groß sie auch nothwendig sein müssen, und besonders, weil auf der andern Seite eine größere Freiheit und Schnelligkeit der Bewegung dadurch erzeugt wird. Es wird ein Theil der Stärke aufgeopfert, jedoch ohne daß die Schönheit der Gestalt oder die Zweckmäßigkeit der Anlagerung darunter leiden würde, und diese Art der Verwendung der Kraft wird überall angewandt, von welcher im Ganzen der größte praktische Nutzen entspringt. Ueberall finden wir die weiseste Anwendung der Muskelkraft für

die zu erfüllenden Zwecke; seyen sie nun dazu verwandt, die zarten Bewegungen der Finger und die schnellen Bewegungen der Sprechorgane oder die so künstlichen Einrichtungen des innern Ohres zu leiten. Bei den unendlichen Combinationen von mechanischen Vorrichtungen, die in den verschiedenen Theilen der Thiere vorkommen, ist, obgleich die Art der Anwendung auf zehntausenderlei Weise verschieden ist, die ursprüngliche Kraft immer dieselbe und wird durch dieselben physikalischen Gesetze regiert, und ähnliche Werkzeuge werden angewandt, um die unendliche Mannigfaltigkeit der Naturzwecke zu erfüllen.

Zweites Capitel.

Die mechanischen Functionen bei den Zoophyten.

§. 1. Allgemeine Beobachtungen.

Der Mechanismus eines organisirten Wesens ist zur Erfüllung verschiedener wichtiger Zwecke bestimmt. Diese kann man in zwei Classen abtheilen. Die erste bezieht sich auf das innere Wohl des Thieres, die andere auf seine Verhältnisse in der Außenwelt. Was das Erste betrifft, so müssen die verschiedenen Theile des Organismus eben sowohl mechanisch vereint und unterstützt, als auch vor äußern beleidigenden Eindrücken beschützt werden; und zu gleicher Zeit müssen sie so gestaltet seyn, daß sie alle innere Bewegungen, welche die Erfüllung ihrer Bestimmung nöthig macht, zulassen. Zweitens müssen sie fähig sein, auf die sie umgebende Außenwelt gewisse Eindrücke zu machen, die zu ihrer eigenen Erhaltung nöthig sind, und um die Sphäre ihrer Thätigkeit zu erweitern, müssen sie die Kraft haben, ihren Körper von dem einen Platze zu dem andern zu bewegen oder, mit andern Worten, Ortsbewegung besitzen.

Die Zwecke, welche in dem ersten Zweige der mechanischen

Functionen bestehen, werden sowohl durch die Organisation der Pflanzen als auch durch die der Thiere erfüllt; da hingegen die letztern sich ausschließlich auf die Functionen des Thierlebens beschränken. Die Fähigkeit der Ortsbewegung macht den allgemeinsten und handgreiflichsten charakteristischen Zug der Unterscheidung zwischen diesen zwei Classen von organisirten Wesen aus.

Eine Pflanze ist während ihrer ganzen Lebensperiode an die Stelle gebunden, wo sie zuerst erzeugt wurde, und ist während der Fortdauer ihres Lebens von örtlichen Umständen abhängig; wie von der Art und Weise des Bodens, in welchem ihre Wurzeln sich befinden und von der Beschaffenheit der Luft und des Wassers, die in ihrer unmittelbaren Nähe sind. Sie ist der Wirkung der sie umgebenden Elemente ausgesetzt und wird durch die Veränderungen, die in denselben vorgehen, afficirt, ohne daß sie sich zurückziehen könnte oder die Kraft hätte, auf dieselben zurückzuwirken. In Beziehung auf alle äußere Einflüsse können in der That die Vegetabilien als passive Wesen betrachtet werden. Sehr verschieden davon sind die Bestimmungen und die Lebensbedingungen der Thiere. Mit Ausnahme weniger Thiere von untern Gattungen, wie der Zoophyten und Mollusken, sind alle Thiere mit der Fähigkeit begabt, ihre Lage freiwillig zu verändern, wie es gerade ihre Bedürfnisse erfordern; auf diese Weise sind sie fähig, die Gegenstände, welche ihnen heilsam sind, zu suchen, und diejenigen, welche ihnen schädlich sind, zu vermeiden oder von sich zu stoßen. Die Natur hat ihnen zur Erfüllung dieser Zwecke eine zusammengesetztere Organisation und eine größere Mannigfaltigkeit der Kräfte verliehen, sie für eine größere Mannigfaltigkeit von Bestrebungen fähig gemacht, und ihnen eine höhere und ausgebreitetere Lebenssphäre gegeben.

Die Fähigkeit der Ortsbewegung hat bei verschiedenen Thiergattungen verschiedene Grade und steht mit dem besondern Typus, der ihrer Körperbildung zu Grunde liegt, und mit den Verhältnissen, in welchen ihre Organisation mit dem Elemente, das ihnen zum Wohnort angewiesen ist, steht, in genauem Einklang. Alle mechanischen Verhältnisse in ihrer Oeconomie sind so genau

mit einander verkettet, daß wir sie nicht wohl vereinzelt betrachten können. Wir finden bei dem einen Thiere eine außerordentliche Mannigfaltigkeit von mechanischen Wirkungen, die durch ein und dasselbe Werkzeug erfüllt werden; indem bei andern eine jede derselben durch ein besonderes Organ hervorgebracht wird. Bei einigen ist das leitende Princip der Construction Einfachheit, bei andern finden wir den allerzusammengesetztesten Mechanismus. Jedoch beziehen sich die Mittel immer auf den zu erreichenden Zweck und werden nur dann abgeändert, wenn der Zweck sich verändert. Die verschiedenen Vortheile eines jeden Planes der Structur scheinen sehr sorgfältig geschätzt und mit großer Genauigkeit abgewogen zu seyn. Jede Eigenschaft wurde in verschiedenen Graden der Vollendung vertheilt, so daß wir, wenn wir die gradweise Entwickelung bei den aufeinanderfolgenden Familien der Thiere verfolgen, wir gewissen begünstigten Gattungen von Thieren begegnen, welche in einer besondern Fähigkeit eine größere Ueberlegenheit zeigen. Einige Thiere sind durch ihre Schnelligkeit ausgezeichnet, andere dagegen durch ihre Stärke; die einen sind dazu bestimmt, sich in den tiefsten Abgründen der See zu verbergen, andere in den höchsten Regionen der Luft zu schweben. In manchen Thieren der niederern Classen finden wir aber auf alle diese Gegenstände verzichtet, weil die weichere Textur ihrer Organe den Vortheil der Sicherheit bei ihnen von der größten Wichtigkeit macht. Eine solche Bildung von Gliedern, welche gewisse Bewegungen begünstigt, hemmt nothwendigerweise andere, und muß die Entwickelung der Organe, welche nöthig wären, um sie zu erleichtern, ausschließen. Die verschiedenen Arten des Raubes erfordern in einzelnen Bewegungen große Geschicklichkeit, um denselben zu verfolgen und zu fangen. In dem einen Falle ist das Thier dazu gebildet, Bäume zu erklettern; in einem andern in die Erde zu graben, und in einem dritten Holz zu durchbohren. Einige sind mit Organen versehen, mittelst welcher sie in die Körper anderer Thiere eindringen können; die andern mit Hülfsmitteln, um den andern Schlingen zu legen; und noch andere impfen ihren Schlachtopfern ein tödtliches Gift in die Wunden. Daher ist es bei

dem Studium der Organisation der Thiere nöthig, den Gewohnheiten und der Lebensweise, mit der eine jede Familie oder Species begabt ist, eine ganz besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Bei der Untersuchung über die mechanischen Functionen, welche den ersten Theil dieser Abhandlung ausmachen, werde ich, als den beständigen Gegenstand der Untersuchung, die Fähigkeit der Ortsbewegung vor Augen haben und die verschiedenen Grade der Entwickelung derselben in der Verfolgung der Thierreihen anführen; allein zugleich auch gelegenheitlich die andern Capitel, welche in diese Classe der Functionen einschlagen, berühren.

Man kann im Allgemeinen die Bemerkung machen, daß die mechanische Construction solcher Thiere, welche beständig in einem flüssigen Elemente wohnen, viel einfacher ist, als die Bildung derjenigen, welche auf dem Lande zubringen und von einem leichtern Medium umgeben sind. Da nämlich die Wasserthiere in ihrem specifischen Gewicht wenig von der Flüssigkeit unterschieden sind, in welcher sie leben, so werden die Theile derselben nothwendigerweise von allen Seiten durch einen mächtigen hydrostatischen Druck unterstützt, welcher die Schwerkraft nahezu aufhebt und der Tendenz ihrer Körper, im Wasser unterzusinken, entgegenwirkt. Auf diese Weise werden viele Hindernisse der Bewegung entfernt, und es ist nicht die Festigkeit des Körpers, noch die Starrheit und Cohäsion der Substanz nöthig, welche bei Landthieren erfordert wird. Die Thiere, welche die niedern Abtheilungen des Thierreiches behaupten, kommen blos in einem flüssigen Element vor. Ihre Formen zeigen viele Analogie mit den Pflanzen; sie wurden daher auch Zoophyten genannt, d. h. Thierpflanzen; da es aber nun ganz ausgemacht ist, daß sie die wesentlichen Charactere der Thiere besitzen, so scheint der Ausdruck Phytozoa, oder Pflanzenthiere, welchen ihnen einige neuere Schriftsteller gegeben haben, eine zweckmäßigere Bezeichnung zu seyn. Es ist indessen nicht von großem Werth, gegenwärtig einen so allgemein angenommenen Namen, wie den der Zoophyten, dessen Anwendung denn doch

nicht leicht zu Mißverständnissen Veranlassung geben kann, zu wechseln.

§. 2. Porifera, oder Schwämme.

Die unterste Stufe in der Organisation der Zoophyten nimmt die Familie der Poriferen ein; diesen Namen hat Grant den Thieren gegeben, welche unter die verschiedenen Gattungen der Schwämme gehören und welche außerordentlich häufig an jedem Felsenriff des Oceans vorkommen, besonders aber an den Ufern von Grönland und Australien. Die Schwämme sind in den tropischen Ländern größer und weicher, je mehr man aber den Polarcirkeln sich nähert, desto kleiner und von desto festerer Textur werden sie angetroffen. Grant behauptet*), daß sie eben so gut an Stellen vorkommen, welche beständig von der See bedeckt sind, als an solchen, welche von dem ewigen Wechsel von Ebbe und Fluth mehr ausgetrocknet werden. Sie hängen an der Oberfläche der Felsen und Seethiere fest, und sind an sie mit solcher Kraft angewachsen, daß sie ohne Verletzung und Zerreißung ihres Körpers nicht hinweggebracht werden können. Obgleich sie am besten (bemerkt Grant weiter) in den sicher bedeckten Höhlen der Felsen fortkommen, so kommen sie doch auch an solchen Stellen zur Reife, wo sie der ungebrochenen Wuth der Brandung ausgesetzt sind. Sie bedecken die nackten Stellen der Klippen und Steindämme; sie überziehen als eine bunte und wollige Hülle die Ränder der unterseeischen Höhlen oder hängen in Form von lebenden Stalactiten von der Decke derselben herab.

In ihrer allgemeinen Erscheinung sind sie verschiedenen Arten von Pflanzen sehr ähnlich, aber in ihrer innern Organisation sind sie durchaus von jeder Pflanzenbildung verschieden, indem sie aus einem weichen Fleische bestehen, das mit einem Gewebe von Fasern durchzogen ist, davon die einen fest und die andern röhrig sind, welche im Ganzen zu einem merkwürdigen und zusammengesetzten Netzwerk verwoben sind.

Die Substanz, aus welcher dieser solide Theil, welcher die

*) Edinburgh philosophical Journal, Vol. XIII, p. 94.

Basis des Schwammes ist, gebildet wird, besteht zum Theil aus Kieselerde oder einer kalkartigen Materie. Man hat dieses die Axe des Zoophyten genannt; und da dieselbe der weichern Substanz des Thieres als Stütze dient, so kann sie als Skelett betrachtet werden, indem sie der ganzen Maschine Form und Unterstützung verleiht.

Das Material, aus welchem der fleischige Theil besteht, ist von so zarter und gallertartiger Natur, daß der leichteste Druck hinreicht, ihn zu zerreißen und die flüssigen Theile verschwinden zu machen, so daß bald das ganze Thier in eine ölige Flüssigkeit dahinschmilzt. Wenn man dasselbe mit dem Microscop untersucht, so sieht man, daß das weiche Fleisch eine große Anzahl kleiner Körnchen enthält, welche in einer durchsichtigen Gallerte zerstreut sind.

Jeder Theil der Oberfläche eines lebenden Schwammes zeigt uns (wie man in Fig. 27 sieht) zwei Arten von Oeffnungen; eine größere, welche eine rundlichte Gestalt hat und ziemlich hervorspringende Ränder besitzt, die mit hervorstehenden Warzen besetzt sind; und viele kleinere, welche bei weitem zahlreicher und von außerordentlicher Kleinheit sind und die das ausmachen, was man die Poren des Schwammes nennt.

Lange war die Meinung von den Naturforschern angenommen, daß diese obere Lage von gallertartiger Substanz eine beträchtliche Zusammenziehungskraft besitze. Man glaubte allgemein, daß sie bei der Berührung zusammenschrumpfe und daß durch die Berührung mit scharfen Instrumenten oder durch andere Arten der Reizung sichtbare zitternde Bewegungen darin entstehen. Diese Behauptung schreibt sich von sehr alten Zeiten her, denn sie kann von der Zeit des Aristoteles hergeleitet werden; sie wurde den nachfolgenden Naturforschern überliefert und von dem Einen dem Andern nachgesprochen, so daß sie ohne weiteres Fragen in allen neuern Werken der Zoologie Eingang gewonnen hat.

Das angebliche willkührliche Zittern des Fleisches, welches in den einzelnen Theilen der Schwämme vorkommen soll, hat auf die Beobachtungen eingewirkt, welche Marsigli, ein italie-

nischer Naturforscher, über die Natur der Schwämme anstellte; dieser machte im Jahr 1771 bekannt, daß er in den runden sichtbaren Oeffnungen, die sich auf der Oberfläche der Schwämme befinden, augenscheinlich Erweiterungen und Zusammenziehungen wahrgenommen habe. Diese Angabe, welche so zuversichtlich behauptet wurde, scheint auf Ellis einen gewaltigen Eindruck gemacht zu haben, indem er ähnliche Beobachtungen verfolgte, und dazu kam, sich selbst zu überreden, er habe nicht nur die von Marsigli beschriebenen Bewegungen beobachtet, sondern auch durch dieselben Oeffnungen Wasser aus- und einströmen sehen. Er theilte im Jahr 1765 der königl. Gesellschaft der Wissenschaften diese Beobachtungen mit, welche in den Transactions derselben *) mitgetheilt wurden, was ein lehrreicher Beweis seyn mag, in welch hohem Grade unsere Wahrnehmung durch vorher gefaßte Ansichten und durch die Kraft der Phantasie geleitet werden. Pallas nahm die voreilige Behauptung von Ellis unmittelbar in seinen Elenchus Zoophytorum auf, aus welchem sie durch nachfolgende Schriftsteller abgeschrieben wurde, so daß der Irrthum in die Länge so weit verbreitet wurde, daß er als eine ausgemachte Thatsache in der Naturgeschichte angenommen war. Die viel genauern Untersuchungen des Dr. Grant über diesen Gegenstand haben schon längst die vorhergefaßte Täuschung entlarvt und auf das klarste bewiesen, daß die Schwämme auch nicht im geringsten Grade die Zusammenziehungskraft besitzen, welche man ihnen so lange Zeit hindurch zuschrieb **).

Ebenso hat Dr. Grant die wahre Beschaffenheit der Art erkannt, wie die Flüssigkeiten aus den verschiedenen Puncten der Oberfläche dieser Thiere herauskommen und zugleich die Abwesenheit aller und jeder sichtbarer Bewegungen in den Oeffnungen, welche die Flüssigkeiten absondern, eingesehen. Er fand bei seinen

*) Vol, X, p. 284.

**) Siehe über diesen Gegenstand seine Abhandlung in dem Edinburgh philosophical Journal, Vol. XIII, p. 95 und 333, wo die meisten der oben angeführten Thatsachen nachgelesen werden können.

Experimenten niemals, daß auch nur der kleinste Anschein von Zusammenziehung in irgend einem Theile des Schwammes entstand, er mochte ihn nun stechen, schneiden, brennen oder auf andere Weise dessen Structur zerstören; auch die Anwendung von chemisch ätzenden Mitteln hatte durchaus keine Folge. Ueber seine Entdeckung von Flüssigkeiten, welche aus dem Thiere herausströmen, gibt er folgende interessante Nachweisung: „ich brachte einen kleinen Zweig der Spongia coalita mit einigem Seewasser in einem Uhrglas unter das Microscop, und wenn ich das Licht einer Kerze in der Flüssigkeit reflectiren ließ, so bemerkte ich bald, daß in den undurchsichtigen Theilchen, welche in dem Wasser schwammen, einige innere Bewegung war. — Wenn ich dem Uhrglas eine solche Richtung gab, daß ich eine der Oeffnungen, welche auf der Seite eines Schwammes waren, sehen konnte, so erblickte ich sogleich das schöne Schauspiel, wie dieser lebendige Springbrunnen aus einer runden Oeffnung einen ziemlich starken Strom flüssiger Materie ausspie und mit bedeutender Schnelligkeit dunkle Massen in die Höhe warf und nach allen Seiten umherstreute. Die Schönheit und Neuheit einer solchen Scene in einem thierischen Organismus erregte lange Zeit meine Aufmerksamkeit, jedoch nach 25 Minuten beständiger Beobachtung war ich genöthigt, mein Auge wegen Erschöpfung wegzuwenden; ich hatte aber während der Zeit niemals gesehen, daß der Strom auch nur einen Augenblick seine Richtung, oder im geringsten Grade die Schnelligkeit seiner Bewegung veränderte. Ich fuhr fort, dieselbe Oeffnung zu beobachten, indem ich sie mit kurzen Unterbrechungen fünf Stunden lang von Viertelstunde zu Viertelstunde ansah; doch immer bewegte sich der Strom mit einer beständigen und gleichen Schnelligkeit. Nach Ablauf dieser Zeit aber wurde die Strömung langsamer und nach einer Stunde hörte sie ganz auf." Aehnliche Strömungen wurden noch bei verschiedenen Gattungen der Schwämme von Dr. Grant beobachtet. Sie sind blos an denjenigen Theilen vorhanden, welche unter Wasser sind und hören sogleich auf, wenn die Theile aus dem Wasser genommen werden oder wenn das Thier stirbt.

Es scheint also, daß die runden Oeffnungen an der Ober-

fläche eines lebenden Schwammes dazu bestimmt sind, einen beständigen Wasserstrom aus dem Innern des Körpers herauszulassen und kleine Theilchen hinwegzustoßen, welche sich von den Seiten des Kanales ablösen, und die man nicht nur unter dem Microscop beständig aus diesen Oeffnungen hervorkommen sieht, sondern auch mit unbewaffnetem Auge entdecken kann, wenn zufälligerweise große Massen abgestoßen werden *).

Um diese beständigen Strömungen immer wieder neu zu erzeugen, muß natürlicherweise eine große Quantität Wasser immerwährend in den Körper des Schwammes aufgenommen werden. Die unendlich vielen kleinen Poren, welche auf jedem Theil der Oberfläche vorhanden sind, sind die Organe, durch welche das Wasser hineinkommt und die nöthigen Materialien zu Erhaltung des Thieres mit sich führt. Diese Poren bringen die Flüssigkeit in das Innere, wo sie, nachdem sie die zahlreichen Communicationscanäle, welche die Substanz des Körpers durchziehen, passirt hat, in weitern Canälen gesammelt wird, die in die obenbeschriebenen Fecal-Oeffnungen einmünden, durch die sie am Ende ausgestoßen werden. Der Mechanismus, durch welchen diese Strömungen hervorgebracht werden, ist noch in großes Dunkel gehüllt. Es kann keinem Zweifel unterworfen seyn, daß sie durch irgend eine innere Bewegung verursacht werden, und nach der Analogie mit andern Zoophyten, sey es uns erlaubt, dieselben der Wirkung von kleinen Fäden oder Cilien, wie man sie genannt hat, zuzuschreiben, welche von den Seiten der Kanäle herkommen, durch die die Strömung geht; jedoch sind diese Cilien noch durch keine Beobachtung bestätigt, indem sie auch durch die mächtigsten Microscope noch nicht dargethan worden sind.

Die Organisation der Schwämme ist so regelmäßig und so bestimmt als die einer jeden andern thierischen Structur, und

*) Die Strömungen, welche aus den größern Oeffnungen der Schwämme herausgehen, kann man am besten sehen, wenn man das lebende Thier in ein flaches Gefäß mit Seewasser bringt und ein wenig gepulverten Kalk auf seine Oberfläche streut, dessen Bewegungen dieselben dem Auge sehr bemerklich machen. Fig. 27 stellt diese Erscheinungen dar.

zeigt eine eben so systematische Anordnung der Theile. Bei einigen Gattungen, wie bei dem gemeinen Badeschwamm, ist die Basis hornig und elastisch und besteht aus cylindrischen Röhren, welche ineinander einmünden und auf diese Weise Kanäle durch die ganze Masse bilden. Andere haben eine Art von Skelet, das aus einem Gewebe von nadelförmigen Krystallen, von kohlensaurem Kalk oder Kieselerde besteht. Diese harten spitzigen Fasern, welche man Spicula nennt, sind in einer solchen Ordnung um die innern Kanäle des Schwammes gelagert, daß sie dieselben am besten vor Zusammendrückung und vor dem Eindringen fremder Körper schützen können. Die Formen dieser Fasern sind in den verschiedenen Species von Schwämmen sehr verschieden.

Obgleich die Schwämme, wie die größere Zahl der Zoophyten, beständig an die Felsen und andere feste Körper in dem Ocean befestigt und daher nothwendigerweise zu einer Existenz bestimmt sind, welche, wie die der Pflanzen, vollkommen stationär ist, so ist das doch nicht der Fall in ihren frühern und Uebergangsstadien der Entwickelung. Die Natur sorgt immer dafür, daß eine jede Gattung von Geschöpfen sich vermehre und über den bewohnbaren Theil des Erdballs sich verbreite, und hat daher wirksame Maßregeln getroffen, um diese wichtigen Zwecke zu erfüllen. Die Saamen der Pflanzen werden entweder in der unmittelbaren Nachbarschaft der Eltern-Pflanzen ausgestreut und fassen in dem in der Nähe liegenden Boden Wurzel, oder sie werden nach entferntern Gegenden durch die Winde oder andere Kräfte getrieben. In dem Thierreich werden die Jungen der Gattungen, welche mit einer bedeutenden Bewegungskraft versehen sind, auf der Stelle, wo sie geboren werden, erzogen, und dieß geschieht entweder durch die Sorge der Eltern, welche ihnen Nahrung darbieten, oder durch Hülfe des Nahrungsmittels, mit welchem sie in dem Ei umgeben sind, in welchem sie bis zu der Periode leben, wo die Kräfte der Ortsbewegung sich in ihnen entwickeln und sie dadurch fähig werden, ihr Futter selbst zu suchen. Allein in den Familien der Thiere, welche wir gegenwärtig betrachten, ist diese Ordnung umgekehrt. Das elter-

liche Thier ist für die Periode seines Wachsthums an dieselbe Stelle gefesselt, und das Junge hat augenscheinlich nur darum die Fähigkeit der Ortsbewegung erhalten, um für sich eine ihm passende Wohnung in einiger Entfernung von seinem Geburtsorte zu suchen. Wenn es einmal diesen ausgesucht hat, so setzt es sich für den weitern Zeitraum seiner Existenz unveränderlich dort fest *).

Die Theile der Spongia panicea, welche im natürlichen Zustande durchsichtig sind, enthalten in gewissen Jahreszeiten eine Menge gelber Stellen, welche mit unbewaffneten Augen gesehen werden können, und, wenn man sie mit dem Microscop betrachtet, als kleine Gruppen von Eiern oder vielmehr kleiner Knospen erscheinen, von denen man nicht sagen kann, daß sie irgend eine Hülle besitzen. Nach wenigen Monaten wachsen diese Knospen und nehmen eine ovale oder birnförmige Gestalt an, so daß sie über die Wände der innern Kanäle des elterlichen Thieres, an die sie mit ihren schmalen Spitzen anhängen, hinausragen. In späterer Zeit wird eines dieser Eier nach dem andern losgetrennt, und durch die Strömungen, welche aus den größern Oeffnungen

*) Weit merkwürdigere Phänomene als die eben beschriebenen kommen bei einer Gattung von Naturproducten vor, welche in allen ihren äußeren Characteren Wasserpflanzen ähnlich sind, aber nach einer gewissen Periode eine unzählige Menge von belebten Kügelchen erzeugen, welche sich einige Zeit lang lebhaft im Wasser umhertreiben, gleich Infusionsthierchen, und dann sich aneinander befestigen und von selbst sich in der Form einer Linie aneinander reihen, so daß sie einer Art organischer Crystallisation ähnlich sehen; dann aber bilden sie Stämme und Zweige, welche der Mutterpflanze ganz gleichen. Diese sonderbaren Productionen, welche neuerdings durch Gallion untersucht wurden, der dieselben auch in eine besondere natürliche Familie, Nemazoaria genannt, gebracht hat, scheinen in ihrer allmählichen Entwickelung abwechslungsweise bald den Character einer Pflanze, bald den eines Thieres anzunehmen, und können vielleicht als Zwischenglieder zwischen den beiden großen Reichen der lebenden Natur angesehen werden. Siehe Aperçu d'histoire naturelle, et observations sur les limites qui séparent le regne végétal du regne animal. Par *B. Gaillon.* Boulogne, 1833.

des elterlichen Thieres schnell hervorkommen, hinweggetrieben. Fig. 28 zeigt eine solche Knospe, welche von dem elterlichen Schwamme sich losgerissen hat.

Wenn sie nun auf diese Weise in Freiheit gesetzt sind, so sinken sie nicht vermittelst ihrer Schwere auf den Grund des Wassers, wie das geschehen müßte, wenn sie leblos wären, sondern sie fahren fort, vermöge ihrer eigenen willkührlichen Bewegungen, zwei oder drei Tage nach der Trennung von dem Alten umherzuschwimmen. Währenddem sie durch die Flüssigkeiten schwimmen, kann man beobachten, daß sie ihr abgerundetes breites Ende immer nach vorwärts kehren. Wenn man diesen Theil mit dem Microscop untersucht, so findet man, daß er mit kurzen Fäden oder Cilien versehen ist, welche in beständigen raschen Schwingungen begriffen sind. Diese Cilien sind über zwei Drittheile der ganzen Oberfläche des Körpers ausgebreitet, indem sie den schmälern Theil desselben, welcher ein helleres und durchsichtigeres Ansehen hat, unbedeckt lassen. Es sind dies sehr kleine durchscheinende Fäden, welche an ihrer Basis am breitesten sind und gegen ihr Ende zu in unsichtbare Spitzen auslaufen. Sie bewegen das Wasser durch schnell auf einanderfolgende Beugungen, welche offenbar ohne eine regelmäßige Ordnung geschehen, aber darin übereinkommen, daß sie nach einer besondern Richtung hin dem Thier einen Stoß verleihen. Wenn der Körper des Thieres mit seinem schmälern Ende oder mit seinem Schweife sich an irgend einem festen Gegenstand befestigt hat so macht die Bewegung der Cilien, welche an dem vordern Theile des Körpers ihren Sitz haben, einen Strom von Flüssigkeiten in der Richtung nach hinten oder gegen das schmale Ende zu; aber wenn die Thiere im Wasser schwimmen, so treibt sie dieselbe Thätigkeit in der entgegengesetzten Richtung nach vorn, d. h. mit dem breiten Ende voraus. Sie bewegen sich auf diese Weise durch eine langsam gleitende Bewegung, ohne einen bestimmten Gegenstand nach vorn; durchaus nicht so, wie Beute suchende Thiere, welche sich im Zickzack bewegen. Jedoch scheinen sie der Eindrücke, welche auf sie gemacht werden, bewußt zu seyn; denn wenn sie aneinander anstoßen oder mit irgend

einem Hinderniß zusammentreffen, so verzögern sie etwas die Bewegung ihrer Cilien, rollen sich einige Secunden lang auf einer Stelle umher, beginnen dann wieder ihre Schwingungen, und verfolgen sodann ihren früheren Gang.

Etwa zwei oder drei Tage, nachdem diese Knospen den Körper des alten verlassen haben, sieht man, daß sie sich an den Seitenwänden oder auf dem Boden des Gefäßes, in welchem sie enthalten sind, befestigen. Einige derselben aber, breiten sich, gleich einer dünnen cirkelförmigen Membran, auf der Oberfläche des Wassers aus. In dem ersten Falle, setzen sie sich mit ihrem schmalen Ende fest an; dieses aber breitet sich nach und nach gegen die Seiten hin aus, so, daß es eine breite Basis zur Befestigung darbietet. Während dieses vorgeht, bewegen sich die Cilien auf dem oberen Theile mit einer außerordentlichen Schnelligkeit, fort und fort, und treiben die festen Theilchen, welche etwa in der Flüssigkeit sind, auf eine bestimmte Entfernung von sich weg. Jedoch bald erschlaffen diese Bewegungen, und hören nach wenigen Stunden ganz auf, wo alsdann die Cilien, die nicht länger nöthig sind, verschwinden. Die Knospe sieht dann einer abgeflachten Scheibe ähnlich, welche, wie das Fleisch des elterlichen Schwammes, kleine Körnchen enthält, und ebenfalls in dem centralen Theile einige Spicula zeigt. In weniger als 24 Stunden entsteht um die ganze Knospe herum ein durchscheinender farbloser Rand, der während des künftigen Wachsthums dieselbe umgibt. Die Spicula, welche zuerst klein sind, und, an Zahl nicht mehr als zwanzig, sich auf den Centraltheil des Thieres beschränkt haben, werden nun größer und zahlreicher; und einige derselben bilden sich in dem dünnen homogenen Rand. Es ist ein merkwürdiger Umstand, daß diese Spicula wie durch eine plötzliche Crystallisation vollkommen zu entstehen scheinen, und nachher in ihren Dimensionen nicht mehr wachsen.

Wenn zwei Knospen, während sie sich auf der Oberfläche eines Uhrglases ausbreiten, mit einander in Berührung kommen, so vereinigen sich ihre hellen Ränder ohne die geringste Unterbrechung, sie verdecken sich und bringen Spicula hervor;

in wenigen Tagen kann man nicht einen Punct erkennen, wo die Grenze wäre zwiſchen einem und dem andern Thier, und ſie fahren fort als Ein Thier zu wachſen.

Daſſelbe geſchieht nach den Beobachtungen von Cavalini bei alten Schwämmen, welche, wenn ſie gegenſeitig mit einander in Berührung kommen, zuſammenwachſen oder eine unzertrennliche Verbindung mit einander eingehen. Hier finden wir bei den Thieren eine Art von Pfropfen, was eine Analogie zwiſchen der Conſtitution der Zoophyten und Pflanzen herſtellt.

Nach wenigen Wochen verſammeln ſich die Spicula in Gruppen, welche denen des elterlichen Schwammes ähnlich ſind; ſie ordnen ſich in Kreiſen und zeigen beſtimmte Oeffnungen an den Puncten, die ſie umſchließen. Nun breitet ſich das junge Thier ſchnell aus und vergrößert ſich nach jeder Seite hin, wird mehr convex und zugleich undurchſichtiger und in ſeiner Textur compacter; bevor es den zehnten Theil eines Zolles im Durchmeſſer erreicht hat, zeigt es unter dem Microſcop ganz dieſelbe Bildung wie das alte.

So haben dieſe Thiere, in ihrem Embryonen-Zuſtand, die Fähigkeit, ſich willkührlich zu bewegen, eine Fähigkeit, welche ſich nachher merkwürdiger Weiſe in eine ſo große Unbeweglichkeit, und wenn ich ſo ſagen darf, in den Mangel aller thätigen Kraft verwandelt. Offenbar wurde ihnen dieſe Fähigkeit nur gegeben, damit ſie ſich über die Erde ausbreiten können. Hätten die Knospen ſolcher Schwammarten, welche von den Decken der Höhlen herabhängen, nicht jenen Apparat der beweglichen Cilien gehabt, ſo wären ſie in den Grund des Waſſers hinabgeſunken und durch den beweglichen Sand erdrückt und vergraben worden, ſtatt daß ſie ſich durch die Wellen und durch die Ebbe und Fluth des Oceans an einen freien Platz bewegt hätten. Manche Gattungen, welche in dem rothen Meer und in dem Indiſchen Ocean häufig vorkommen, wurden von den öſtlichen Küſten zu entſprechenden Breiten der neuen Welt durch die Meeresſtrömung hingeführt.

§. 3. Polypen, (Polypifera.)

Die nächste Stufe der organischen Wesen führt uns zu der großen Familie der Polypen. Den Uebergang der Structur eines Schwammes in die Organisation eines Polypen, kann man sich auf folgende Weise denken. Die absorbirenden Oeffnungen des ersteren werden vergrößert, zugleich aber wird die Zahl derselben vermindert; ferner werden diese Oeffnungen in Röhren verlängert und mit schwingenden Cilien versehen. Dazu kommt an dem äußeren Rand derselben eine cirkelförmige Reihe größerer außerordentlich biegsamer Fäden, welche sich um jeden Gegenstand, der in ihren Bereich kommt, schlingen können, um ihn der, in der Mitte befindlichen Oeffnung, die die Bestimmung eines Mundes hat, zuzuführen. Jede Röhre, welche mit einem Cirkel von sich bewegenden Fäden, oder, wie man sie nennt, Fühlfäden versehen ist, heißt ein Polype*)

Die thierische Organisation, welche auf diese Weise beschaffen ist, hat den Namen Lobularia erhalten (Fig. 29) und ist unter dieser Familie das Geschlecht, welches in seinen Characteren sich den Schwämmen am meisten nähert, denen es in Absicht auf seine innere Textur ähnlich ist. Ein jeder der Polypen, mit welchen die Oberfläche des Thieres besetzt ist, hat acht gezähnte Fühlfäden. Fig. 30 stellt einen dieser Polypen besonders dar. Auf solche Art können die Polypen in ungeheurer Anzahl zu einer organisch verbundenen Masse vereinigt werden. In andern Fällen bilden sie kleinere Büschel oder sind ganz unverbunden. Zuweilen stehen nichtverbundene Polypen in Gruppen beisammen, wie der Zoanthus von Cuvier**) (Fig. 31); oder sie sind von einander ganz getrennt, wie in der Hydra viridis (Fig 32).***).

---

*) Der größern Bestimmtheit wegen gebe ich jeder einzelnen Röhre mit ihren Fühlfäden den Namen Polype, während ich den griechischen Namen Polypus der ganzen Thiermasse gebe, welche aus einer Aggregation dieser Polypen besteht. Der Ordnungsname Polipifera bezeichnet Thiere, welche Polypen hervorbringen.

**) Hydra Sociata, *Gmelin;* Actinia Sociata, *Ellis.*

***) In dieser Abbildung sieht man zwei Individuen der Hydra an dem Stamme einer Pflanze befestigt.

Polypen sind eine sehr verbreitete Ordnung der Zoophyten; sie kommen in jedem Theile des Oceans vor, doch in den wärmeren Gegenden des Erdballs wachsen sie mit größerer Ueppigkeit. Ihr Fleisch zeigt dasselbe körnige Ansehen wie das des Schwammes, doch ist es im Allgemeinen fester und oft mit kalkartigen Massen durchzogen. Die Fühlfäden, welche mit Armen verglichen werden können, sind in Absicht auf Anzahl und Länge bei den verschiedenen Species der Polypen verschieden, und anstatt einer einzelnen Reihe, hat eine jede der Mündungen bisweilen zwei oder mehr Reihen von Fühlfäden um sich herum. Sie werden durch eine Verlängerung der weichen Substanz des Polypen selbst gebildet, und sind zuweilen röhrenförmig, wo alsdann ihre Höhle mit der allgemeinen inneren Höhle, in welche die Mündungen sich öffnen, zusammenhängen. Diese Fühlfäden können sowohl nach jeder Richtung hin gebeugt, als auch nach dem Willen des Thieres verlängert oder verkürzt werden. Ihre Verlängerung entsteht dadurch, daß eine Flüssigkeit, welche aus der allgemeinen Höhlung des Körpers kommt, in ihr Inneres getrieben wird, und ihre Verkürzung ist eine Folge von der Rückkehr derselben Flüssigkeit. Die ganze Einrichtung der Fühlfäden an dem Rande der hervorspringenden Mundöffnung bietet eine schlagende Aehnlichkeit mit Blumen dar, namentlich mit solchen, welche, wie das Maasliebchen oder die Aster, eine aus schmalen strahlenartigen Blumenblättern zusammengesetzte Krone haben. Wir finden in der That, daß, jemehr die Organe der Zoophyten entwickelt sind, die Aehnlichkeit, welche diese niederen Theile des Thierreichs mit den Pflanzen haben, in die Augen springender und vorherrschender sind. Die Natur scheint bei der Bildung der Zoophyten sich Pflanzenformen zum Muster genommen zu haben, welche, da hier der Uebergang des einen Reiches in das andere ist, in ihren Producten immer bemerkbar sind. Die Zoophyten zeigen sowohl in ihrer äußern Form, als auch in der Lage ihrer innern Organe, die symmetrische Anordnung um einen gemeinschaftlichen Mittelpunct, welche wir so allgemein bei den Pflanzen bemerken und namentlich bei den Blumen und dem quirlförmigen Rande der Blätter und Aeste. Daher kommt die radför-

mige oder sternförmige Bildung, welche bei den Thieren, die zu dieser Classe gehören, so vorherrschend ist, und daher haben sie von Cuvier den Namen Räderthiere oder Radiata erhalten.

Gleich den Thieren, die zu der Familie der Schwämme gehören, haben die Polypen meistens eine gewisse unorganische Grundlage, welche aus einer hornartigen oder kalkartigen Masse besteht. Die Form dieser Basis oder Schaale zeigt die größten Verschiedenheiten. Bei einigen hilft sie die äußere Oberfläche des Thieres bilden, und schließt das Fleisch in eine allgemeine Hülse ein, indem sie nur das Ende der Röhren offen läßt, damit sich die Reihen der Fühlfäden, welche die Mundöffnungen umgeben, ausbreiten können. Zuweilen sind diese Röhren mit einander an den Enden verbunden, wie die Aeste eines Baums, und es bleiben nur auf der Seite Oeffnungen, durch welche die Fühlfäden eines jeden Polypen ausgestoßen werden können; dieß ist der Fall bei der Sertularia (Fig. 33). In andern Fällen sind die Röhren aufrecht nebeneinander gestellt, mit queren Abtheilungen in regelmäßigen Zwischenräumen, so daß sie das Ansehen von Orgelpfeifen bekommen. Eine solche Bildung hat die Tubipora musica, wie man in Fig. 34 sieht. Fig. 35 stellt einen Theil dieser Röhren in einer starken Vergrößerung dar, und zwei sind geöffnet, um das innere der Polypen zu sehen.

Bei einigen Gattungen hat die hornigte Unterlage eine ganze Menge Zellen, deren jede zum Schutz des ihr angehörigen Polypen dient. Diese Zellen sitzen meistens an dem Ende der Zweige und zeigen die größte Aehnlichkeit mit Blumen. Die Flustra (Fig. 36) ist aus kleinen und meistens microscopischen Zellen zusammengesetzt, welche auf einer flachen, membranartigen Substanz eingegraben sind, die in Betreff ihrer Biegsamkeit, und der Art ihrer Abtheilung, die größte Aehnlichkeit mit Pflanzenblättern hat. Diese Zellen sind mit der größten Regelmäßigkeit aneinander gereiht, gerade wie die eines Bienenkorbes, wie man in der sehr vergrößerten Ansicht von Fig. 37 sieht. In andern Gattungen ist die unorganische Basis, welche das ganze Thier trägt, innen befindlich, wie eine Art von Skelet oder Axe. Hier

sind die Mundöffnungen der Polypen in Zwischenräumen über der Oberfläche der fleischigen Lage, welche das Skelet bedeckt, verbreitet; dies ist der Fall bei der Gorgonia, dem Antipathes und dem Corallium, welche noch weit mehr Aehnlichkeit mit den ästigen Formen der Pflanzen haben. Das Fleisch enthält Körnchen von kalkigter Materie, welche, bei getrockneten Thieren, an der Oberfläche der Stämme anklebt. Fig. 38 zeigt einen Zweig von Corallium rubrum, davon Fig. 39 ein vergrößerter Theil ist, an welchem man die Polypen in ihrem ausgebreiteten und zusammengezogenen Zustande sieht. Die Orte, auf welche die Polypen in dem Fleische festsitzen, sieht man Fig. 40, welche einen Durchschnitt der Gorgonia Briareus darstellt.

In manchen Fällen sitzen die Polypen in becherförmigen Eindrücken der Oberfläche ihrer kalkförmigen Unterlage, welche ihnen einigermaßen Schutz gewährt. Bei den Madreporen sind diese Eindrücke mit strahlenförmigen Platten ausgelegt, welche der Form und Anzahl der Fühlfäden entsprechen. Bei den Milleporen sind diese Zellen gedrängter und kleiner und haben keine solche sternförmigen Blättchen. In einigen Gattungen zeigen die Blättchen eine mehr parallele Bildung, und in anderen sind sie netzförmig. Das Material, aus welchen die Basis, an die die Polypen befestigt sind, besteht, ist aus verschiedenen Substanzen zusammengesetzt. Zuweilen ist es hornigt, biegsam und elastisch, und entspricht in seiner Natur den thierischen Häuten; in andern Fällen ist es hart und kalkartig, und besteht dann vornehmlich aus kohlensaurem Kalk, mit einer kleinen Zugabe von phosphorsaurem; das Verhältniß dieses letzteren aber wechselt bei verschiedenen Gattungen. In allen Fällen sind die Theile dieser kalkigen Materie durch einen gewissen Antheil von thierischer Substanz verbunden, welche man dadurch erhalten kann, wenn man die ersteren mittelst einer Säure auflöst.

Wir finden, daß diese Materialien immer in concentrischen Lagen angeordnet sind, und diese Bildung beweist uns, daß ihre Ablagerung nach und nach geschieht. Die Oberfläche zeigt längliche vertiefte Streifen, welche der Gestalt des fleischigen Thieres, womit sie bedeckt sind, entsprechen. Zuweilen bestehen

die Stämme aus hornigen und kalkartigen Materien, welche mit einander abwechseln und eine zusammengesetzte Bildung darstellen, welche man schon als eine Annäherung zu einem articulirten Skelet betrachtet hat, namentlich da dieses Gebilde eine bedeutende Biegsamkeit hat, und ohne daß es zerbrochen würde, der Kraft der Wellen weicht. Dieß ist der Fall mit der Isis hippuris, welche gewöhnlich unter dem Namen der Königs-Koralle vorkommt (Fig. 41). Kurz, es gibt nicht leicht irgend eine mögliche Verbindung dieser Theile, welche nicht bei der so unendlichen Verschiedenheit der Bildungen des Thierreiches vorkommt.

Alle diese Bildungen sind im Allgemeinen an unterseeische Felsen durch eine fuß- oder wurzelähnliche Ausbreitung der Basis, welche eine starke Adhäsionskraft hat, sehr fest angewachsen; so, daß diese Thiere auch in dieser Hinsicht, wie in so vielen andern, eine Analogie mit den Pflanzen darbieten.

Es ist ausgemacht, daß in einer großen Anzahl von Fällen, diese festgewachsenen Zoophyten sich gleich den Schwämmen durch das Absetzen von Knospen, oder unvollkommen ausgebildeten Theilen ihrer weichen Substanz fortpflanzen. Diese Knospen müssen dieselbe Art von Verwandlung durchlaufen, um zu ihrem vollkommenen Zustande zu gelangen; und kurz nachdem sie von dem elterlichen Thiere abgestoßen sind, zeigen sie dieselben eigenthümlichen willkührlichen Bewegungen, indem sie sich in dem Wasser umher bewegen, und durch die Hülfe der schnellen Schwingungen ihrer Cilien nach verschiedenen Richtungen hin schwimmen, bis sie eine für ihr Wachsthum taugliche Stelle finden. Sobald sie sich befestigt haben, breiten sie sich aus, um für ihre künftige Weiterbildung eine Basis zu erhalten; und nachdem auf solche Weise ein Grund zu ihrer Befestigung gelegt ist, fahren sie fort, nach oben zu wachsen, indem sie in aufeinanderfolgenden Lagen eine kalkartige oder hornige Achse bilden, so lang bis sie die gehörige Dicke erreicht hat. Alsdann nehmen sie nach und nach die characteristische Form der besondern Species, zu welcher sie gehören, an. Die Materialien, welche auf solche Weise gebildet worden sind, sind keiner Veränderung oder Ver-

ringerung fähig und besitzen keine Lebenseigenschaft; denn die Eigenschaften des Lebens erstrecken sich ausschließlich auf das belebte Fleisch, mit welchen diese Bildungen in Verbindung stehen. Die Polypen selbst werden nicht früher entwickelt, als bis die Wurzel und der Stamm gebildet sind; ihr Wachsthum zeigt in dieser Hinsicht Aehnlichkeit mit dem der Blätter und Blumen einer Pflanze.

Die Knospen der **Flustra carbasea** mögen als Beispiel dienen, diese Erscheinungen zu erklären. Dr. Grant hat beobachtet*), daß sie in dem Wasser herumschwimmen, sobald sie die Zellen des elterlichen Thieres verlassen haben; und zwar so, daß sich ein Jedes mit seinem schmalen Ende nach vornen bewegt, während das entgegengesetzte breite Ende, welches mit Cilien versehen ist, sich in eine flache cirkelförmige Scheibe ausdehnt. Diese Knospen sind außerordentlich reizbar und man sieht häufig, daß sie ihre cirkelförmige Scheibe, welche an dem breiten Ende befindlich ist, zusammenziehen und im Schwimmen plötzlich ihren Lauf unterbrechen. Sie schwimmen in einer sanft gleitenden Bewegung dahin; zuweilen scheinen sie stehen zu bleiben, indem sie sich schnell um ihre Längenachse drehen, ihr breites Ende nach oben gerichtet. Sie segeln oft vorwärts, in einer geraden Linie, oder bewegen sich in Cirkelbogen, ohne einen andern wahrscheinlichen Zweck, als sich auf dem Meere flott zu halten, bis sie eine taugliche Stelle finden, welche ihnen zum beständigen Wohnort dienen kann, und dazu geschickt ist, ihre fernere Entwicklung zu begünstigen. Die Zeit, während welcher sie in diesem freien und beweglichen Zustand bleiben, ist nach den Umständen verschieden, und wechselt von wenigen Stunden bis zu drei Tagen. Im Anfange ist, nachdem sie sich schon befestiget hatten, die leichteste Bewegung des Wassers fähig, sie wieder loszureißen, so, daß sie wieder ihre gleitenden Bewegungen anfangen, welche sie dann einige Zeit länger fortsetzen. Wenn eine von diesen Knospen sich schon etwas fester fixirt hat, und sie wird gestört, und von der Oberfläche, an

*) Edinburgh philos. Journal, Vol. XVII, p. 107 u. 337.

welche sie sich befestigte, losgerissen, so bleibt sie gewöhnlich frei, und geht zu Grunde. Während des Fixirungs-Processes bemerkt man keine bestimmte Veränderung der Formen; die Knospe liegt einfach an dem Felsen, und die Cilien fahren fort, über der ganzen Oberfläche derselben sich zu bewegen, so, daß sie eine beständige Strömung in dem Wasser hervorbringen, welche offenbar dazu dient, das Wasser, das unmittelbar die Knospe umgibt, zu reinigen. Drei Tage lang bleibt sie in dieser Stellung, indem sie weder bemerkbar ihre Form verändert, noch mit den Schwingungen ihrer Cilien nachläßt. Nach dieser Zeit hören die Cilien auf sich zu bewegen, und verschwinden kurz nachher; alsdann beginnt die Knospe anzuschwellen, der sie umgebende Rand wird durchsichtiger, und das Ganze nimmt nach und nach die Gestalt einer Zelle an, welche mit einem feinen weißen Faden umgeben ist. Dieser weiße Faden ist der Anfang der kalkigen Hülle der künftigen Zelle. Gegen die Basis dieser unausgebildeten Zelle hin, wird die gallertartige Materie, die sich im Innern befindet, consistenter, und an manchen Puncten undurchscheinend; von dieser dunklen Stelle aus, die in der Zelle ist, keimen kurze gerade Fühlfäden, welche sich in der Richtung der künftigen Oeffnung nach oben strecken. Die gallertartige Stelle, von welcher die Fühlfäden entspringen, nimmt nun die wurmartige Gestalt eines Polypenkörpers an, und man kann die Faserbüschel leicht erkennen, welche seinen Kopf mit der Basis der Zelle verbindet. Die Polypenbildung wird durch die Erzeugung einer verschlossenen Kapsel vollendet. Sobald man sieht, daß er aus der Zelle seine Fühlfäden herausstreckt, so besitzt er alle Theile eines erwachsenen Polypen, und schwingt die Cilien seiner Fühlfäden mit derselben Regelmäßigkeit und Schnelligkeit, wie in einer künftigen Periode. Ehe der Polyp fähig ist, seine Fühlfäden aus der Oeffnung der ersten Zelle herauszustrecken, hat sich der obere Theil der Zelle bereits ausgedehnt, um die Grundlage zu einer zweiten zu bilden; und so geht es in der Weiterbildung fort, bis die ganze Structur vollendet ist.

Die Fühlfäden der Polypen sind außerordentlich empfindlich,

und man sieht häufig, daß sie sowohl allein, als auch untereinander die Enden derselben gegen den Mund bringen, wenn irgend ein kleiner Körper, der im Wasser schwimmt, mit ihnen in Berührung kommt. Wenn ein Polype ausgebreitet ist, so bemerkt man, daß eine beständige Wasserströmung der Mundöffnung zu, vorhanden ist. Diese Wasserströmungen sind aber nicht durch die Bewegung der Fühlfäden selbst herbeigeführt, sondern sind immerwährend die Folge von den schnellen Schwingungen der Cilien, welche an den Fühlfäden festsitzen. Bei den Polypen der Flustra carbasea (Fig. 42), haben die Fühlfäden je eine Reihe von Cilien, welche sich an den Seitenrändern, von der Basis zur Spitze hin, ausdehnen *). Jeder Polype hat gewöhnlich 22 Fühlfäden, und auf jeder Seite eines jeden Fühlfadens, sind ungefähr 50 Cilien; dies macht 2,200 Cilien für jeden Polypen. Da auf jedem Quadratzolle Oberfläche ungefähr 1,800 Zellen sind, und da die Zweige eines gewöhnlichen Exemplares, wohl zehn Quadratzolle Oberfläche haben, so kann man schätzen, daß ein gewöhnliches Exemplar dieser Zoophyten mehr als 18,000 Röhren, 396,000 Fühlfäden und 39,600,000 Cilien enthält. Doch enthalten manche Species mehr als zehnmal so viel **).

Die Schwingungen dieser Cilien sind viel zu schnell, um auch durch das beste Auge, selbst bei Anwendung eines starken Microscopes, gezählt werden zu können, und man kann sie nur dann genau sehen, wenn sie verhältnißmäßig, durch die Verminderung der Kräfte des Thieres, langsam geworden sind. Man kann dann bemerken, daß die Bewegungen derselben, auf der einen Seite an dem Fühlfaden hinaufsteigen, auf der andern, an ihm herabsteigen (Fig. 43). Alle Cilien scheinen ihre Bewegungen in demselben Augenblicke anzufangen, und auch zugleich

*) Ein Theil dieser Fühlfäden wird sehr vergrößert in Fig. 43 dargestellt. Die untere Figur (g) ist die Darstellung einer der Knospen desselben Polypen, ebenfalls stark vergrößert.

**) Dr. Grant hat berechnet, daß eine einzige Flustra foliacea gegen 400,000,000 Cilien hat. Transactions of the zoological Society of London, Vol. 1, p. II.

aufzuhören. Die Beständigkeit, mit welcher sie ihre Bewegung fortsetzen, scheint die Möglichkeit auszuschließen, daß sie das Resultat einer Willensäußerung sey; daher sind sie wahrscheinlicher die Folge irgend einer physikalischen Ursache, welche jedoch von dem Leben des Thieres abhängig ist. Allein, was nun auch die Ursache dieser Bewegung sein mag, sie ist so nachhaltig, daß wenn irgend einer der Fühlfäden abgeschnitten wird, dessen Cilien fortfahren zu vibriren, und noch lange Zeit die Flüssigkeit bewegen, wie wenn der Fühlfaden ein selbstständiges Thier geworden wäre.

Es entsteht in Beziehung auf die Constitution dieser Zoophyten eine Frage, welche der, die wir in Beziehung auf die Bäume aufgeworfen haben, ähnlich ist, nämlich, was für Grenzen muß man ihrer Individualität stecken? Ist die ganze Masse, welche aus einer Wurzel hervorzuwachsen scheint, und welche eine Menge Aeste treibt, die aus einem gemeinsamen Stamme hervorgehen, als ein individuelles Thier zu betrachten, oder ist sie eine Verbindung oder eine Agregation kleinerer Individuen; wo jedes Individuum dadurch bezeichnet ist, daß es seinen eigenen Mund mit den zugehörigen Fühlfäden besitzt, und doch das ganze Thier durch ein gemeinsames Princip des Lebens und Wachsthumes belebt wird? Die größere Zahl der Naturforscher hat diese letztere Ansicht angenommen, indem sie jeden Theil, der auf diese Weise mit einem bestimmten Kreise von Fühlfäden versehen ist, als ein besonderes Thier betrachteten, das mit seinen Nachbarn zur Construction einer gemeinschaftlichen Wohnung verbunden ist, und zur allgemeinen Ernährung dieser Thier-Republik seine Quote beiträgt. Da die Entscheidung dieser Frage die Betrachtung der Function der Ernährung in sich schließt, so werde ich das Weitere darüber auf einen künftigen Theil meiner Abhandlung verschieben, soweit dies aber die mechanischen Verhältnisse von Thieren betrifft, welche so vollkommen stationär sind, so liegt weder etwas daran, ob man die ganze Masse als ein Individuum oder als ein Aggregat von bestimmten Individuen betrachtet. Allein die Frage bekommt eine Wichtigkeit, wenn wir sie auf freie Zoophyten,

wie die Pennatula (die Seefeder), anwenden, welche von einer Menge von Polypen gebildet wird, die zu einem gemeinsamen Stamme verbunden sind, aber sich frei in der See bewegen.

Die Pennatula hat man die Seefeder genannt, weil ihr kalkartiger Stamm eine doppelte Reihe von Zweigen besitzt, die blos auf beiden Seiten in derselben Ebene sich ausbreiten, gleich einer Federfahne, wo dann längs des Randes eines jeden Zweiges, die den Fäden ähnlich sind, welche von einer Federfahne ausgehen, eine Reihe von Polypen sitzt. Einige dieser Polypen sieht man in Fig. 45 vergrößert abgebildet. Diese merkwürdigen Thiere sind in den verschiedenen Theilen des Oceans in ungeheurer Menge verbreitet; würden sie, wie einige Naturforscher glauben, auch nur im geringsten Grade einige Fähigkeit der Ortsbewegung haben, so wären wir fähig, zu entscheiden, ob alle ihre Bewegungen durch einen gemeinschaftlichen Willen regiert werden, oder ob die Thiere dieselben unabhängig von einander ausführen. Man hat freilich oft behauptet, daß die Seefedern, vermöge ihrer eigenen willkührlichen Bewegungen, durch das Wasser schwimmen und daß dieß durch Auf- und Abbewegen der Seitenzweige ausgeführt werde oder vermittelst der Wirkung der Fühlfäden aller Polypen. Cuvier behauptet, daß die Polypen der Seefeder, während die ganze Masse durch das Wasser schwimmt, sich im Tacte bewegen, wie wenn sie alle durch einen einzelnen ungetheilten Willen regiert würden. Aber Dr. Grant, der mit der größten Sorgfalt die Bewegungen dieser Thiere beobachtet hat, ist durch seine Beobachtungen zu dem Schlusse gekommen, daß die Seefedern in der Wirklichkeit keine solche Fähigkeit sich zu bewegen haben, sondern daß sie in dem Ocean hin und hergeworfen werden, wie der Strom sie bewegt, ohne die geringste Kraft, ihren Lauf nach Willkühr zu regieren. Was nun aber auch aus der vereinten Bewegung der Fühlfäden hervorgehen mag, soviel ist gewiß, daß die Arme durchaus unfähig sind, die Beugungen auszuführen, welche man als das Hülfsmittel einer Ortsbewegung ansah.

Nur dann, wenn das contractile Fleisch sich von der Befestigung, welche die feste Basis seiner Bewegung entgegensetzt, los-

reißt, wird das Thier fähig, eine bestimmte Ortsbewegung auszuführen. So verhält es sich bei den Thieren, welche zu dem Geschlecht der Hydra gehören, von welchen die Hydra viridis, oder der Süßwasser-Polype (Fig. 32) als Muster angesehen werden kann. Dieses sonderbare Thier zeigt uns ein Beispiel vielleicht von der einfachsten Structur, welche im Thierreich vorkommt. Es scheint, als ob die Natur dasselbe gebildet hätte, um uns ein Beispiel zu zeigen, daß die Functionen des thierischen Lebens, ohne die Mitwirkung des zusammengesetzten Apparates, welche sie den höhern Ordnungen des Thierreiches verliehen hat, ausgeführt werden können. Die Hydra besteht blos aus einer fleischigen Röhre, die an beiden Enden offen ist, deren Eines, das größer ist, für den Kopf gehalten werden kann, und an der Stelle des Maules eine Oeffnung hat, die an ihrem Rande mit einer einfachen Reihe von Fühlfäden versehen ist. Es entspricht dieses Thier also der Bildung, die man im Allgemeinen Polyp nennt, und gibt uns einen Begriff von der einfachsten Form derselben.

Der ganze Körper dieses Thieres kann auf der einen Seite beträchtlich verlängert, auf der andern aber so zurückgezogen werden, daß es blos als eine Kugel erscheint. Und diese Bewegungen sind die Wirkung der Willenskraft des Thieres, das dieselben zu verschiedenen Zwecken verwendet. Die Anzahl der Fühlfäden ist verschieden und wechselt von 6 bis zu 12; sie sind dünne röhrige Fäden, welche ziemlich weit ausgestreckt werden und nach allen Richtungen hin gebogen werden können. Auf diese Weise können diese Thiere sehr schnell jeden kleinen Gegenstand, der in ihr Bereich kommt, umwinden und packen; sobald sie gereizt werden, ziehen sie sich sogleich zurück, so daß sie ohne die Hülfe eines Microscopes nicht gesehen werden können. Jeder Fühlfaden kann unabhängig von den Uebrigen, nach dem Gefallen des Thieres, bewegt werden. Der übrige Körper des Thieres wird von dem Kopf an, gegen das andere Ende, nach und nach schmäler, indem er sehr dünn wird, und an seinem Ende eine flache Oberfläche hat, welche man den Fuß genannt hat. Obgleich jeder Theil der Oberfläche des Thieres die Eigenschaft besitzt, an den

Körpern, an denen er sich anlehnt, zu befestigen, so wird doch vornehmlich dieses Ende desselben von dem Thiere dazu benutzt, um sich an den Seiten oder auf dem Boden des Gefäßes, in welchem es festzuhalten ist. Cilien hat man an keinem Theile seiner Oberfläche entdecken können.

Wir verdanken dem Herrn Trembley von Genf die Entdeckung dieses merkwürdigen Thieres; seine Untersuchungen haben wesentlich dazu beigetragen, Licht auf die Naturgeschichte der Polypen zu werfen *).

Als dieser Naturforscher einige Wasserpflanzen beobachtete, welche er gesammelt hatte und in Wasser aufbewahrte, richtete sich seine Aufmerksamkeit auf die Erscheinung von Fäden, welche daran hingen, und welche er zuerst für parasitische Pflanzen hielt; eine nähere Beobachtung überzeugte ihn aber, daß sie mit willkührlicher Bewegung begabt waren und auf kleine Insecten Jagd machten; daher konnte er nicht länger an ihrer animalischen Natur zweifeln. Er fand, daß sie sich immer nach der Seite des Glases hin bewegten, welche dem Licht am nächsten war, und durch genaue Beobachtung des Wechsels ihrer Lage entdeckte er die Art, wie sie ihre Bewegungen ausführten. Wenn die Hydra aufrecht steht, so daß ihr Fuß mit dem Boden des Glases in Verbindung ist, so beugt sie nach und nach den Körper nach der Stelle hin, wohin sie kommen will, bis ihr Kopf das Gefäß berührt. Sodann saugt sie sich an die Oberfläche mittelst ihres Mundes oder mittelst eines oder zweier Fühlfäden an, läßt den Fuß los, und zieht den Körper in eine krumme Linie und zu gleicher Zeit etwas zusammen, so daß der Fuß ganz nahe an den Kopf zu stehen kommt. Der Fuß saugt sich dann wieder fest, um einen neuen Schritt vorzubereiten, der dadurch ausgeführt wird, daß das Thier den Kopf los läßt und, wie vorher, nach vorwärts ausstreckt.

Die Fortschritte, welche durch diese aufeinanderfolgenden Bemühungen geschehen, sind nicht groß; die Hydra macht überdieß

*) Mémoires pour servir à l'histoire d'un genre de Polypes d'eau douce, à bras en forme de cornes. Par *A. Trembley*, 1744.

oft in der Mitte von einem Schritt eine Pauſe, als ob ſie ſich berathſchlagen wollte, ob ſie weiter fortſchreiten ſoll; ſo, daß ein Weg von ſieben oder acht Zollen für dieſe Thiere ſelbſt im Sommer, eine recht gute Tagreiſe iſt. Jedoch kommt zuweilen eine Art des Fortſchreitens vor, welche weit ergiebiger iſt. Sie beſteht in einer Aufeinanderfolge von ſich überſchlagenden Sprüngen. Wenn ſich die Hydra mit ihrem Mund feſtgeſogen hat, läßt ſie ihren Fuß los, und beſchreibt einen Halbcirkel damit, indem ſie ihn über ihren Kopf herüberſchlägt, und in der Richtung, in der ſie gehen will, vorſetzt. Nachdem ſie dieſe Lage angenommen hat, wird der Fuß wieder befeſtigt und durch den Kopf wird eine ähnliche Bewegung vorbereitet, indem der Körper ſich verlängert.

Durch dieſe und andere Bewegungen können die Thiere mit eben derſelben Leichtigkeit nach jeder Richtung hin gehen, ſey es auf dem Boden oder an den Seitenwandungen des Gefäßes, oder längs der Stämme der Waſſerpflanzen, an denen man ſie am häufigſten befeſtiget findet. Die Stellung, die ſie am liebſten anzunehmen ſcheinen, iſt die, mit Hülfe des Fußes allein ſich an den Waſſerſpiegel aufzuhängen; und dies geſchieht auf folgende Weiſe. Wenn die flache Oberfläche des Fußes eine kurze Zeit über das Waſſer hervorragt und der Luft ausgeſetzt wird, ſo wird ſie trocken und übt in dieſem Zuſtaud gegen die Flüſſigkeit eine abſtoßende Kraft aus, ſo, daß wenn das Gewicht des Körpers den trockenen Fuß unter die Oberfläche des Waſſers ziehen will, er dennoch nicht unter das Waſſer ſinkt, ſondern in der Flüſſigkeit eine trichterförmige Vertiefung verurſacht, wodurch ein Grad von Schwimmkraft erreicht wird, der hinlänglich iſt, das Thier an der Oberfläche aufzuhängen. Der Grund davon iſt derſelbe, wie der, vermittelſt deſſen eine trockene Nadel von dem Waſſer in einer kahnförmigen Höhle, die durch die Cohäſionskraft der Flüſſigkeit gebildet wird, getragen werden kann, wenn man nur Sorge trägt, die Nadel ſo behutſam wie möglich, auf die Oberfläche zu legen.

Wenn man, während die Hydra auf dieſe Weiſe, aufgehangen an ihrem Fußende, ſchwimmt, einen Tropfen Waſſer

auf die Scheibe dieſes Theiles fallen läßt, ſo daß man ihn benetzt, ſo wird ſeine hydroſtatiſche Kraft vernichtet, und das Thier ſinkt ſogleich zu Boden.

In dieſer Lage, wo das Thier von der Oberfläche des Waſſers herabhängt, kann es verſchiedene merkwürdige Bewegungen ausführen, und mit Hülfe ſeiner Fühlfäden, mittelſt welcher es ſich an Gegenſtänden, die es erreichen kann, zu befeſtigen vermag, von einer Seite des Gefäßes zu der andern hinüberkommen.

Es ſcheint nicht, daß dieſe Thiere jemals ihre Fühlfäden als Schwimmorgane brauchen; aber häufig benützen ſie dieſelben als Kabeltaue oder Anker, um ſich in ihren Stellungen ſicher zu halten, wenn auch das Waſſer noch ſo heftig bewegt wird. Auf gleiche Weiſe haben die Fühlfäden einen großen Nutzen als Organe, welche dazu beſtimmt ſind, die lebende Beute der Thiere zu ergreifen, und feſt zu halten, um dieſelbe zum Munde zu führen, wo ſie ſchnell verſchlungen wird. Wenn die Hydra angegriffen oder gereizt wird, ſo ſchrumpft ſie plötzlich, durch die Zuſammenziehung aller Fühlfäden und des ganzen Körpers zugleich, zu einer kleinen Kugel zuſammen, welche man ſehr leicht überſehen kann, wenn man auch genau weiß, wo das Thier vorher war.

Man wird wohl fragen, vermöge welcher Kraft dieſes Geſchöpf, das in der Stufenreihe der Organiſation einen ſo niedern Platz einnimmt, fähig wird, dieſe Handlungen auszuführen. Bis jetzt weiß man auf dieſe Frage noch keine genügende Antwort. Wenn man die Subſtanz der Hydra unter dem Microſcop beobachtet, ſo ſcheint ſie beinahe homogen zu ſeyn, ausgenommen, daß eine Anzahl von Körnern unter die ſulzige oder gallertartige Maſſe, aus welcher das Thier hauptſächlich beſteht, gemiſcht iſt. Wenn man dieſe Körner im Waſſer aus dem Fleiſche herausdrückt, ſo zerfließen ſie ſogleich, und es ſcheint, als ob ſie mit dem lebenden Thiere durch die gallertartige Maſſe in Verbindung ſtünden.

In dem Fleiſch des Polypen kann man weder deutliche Muskelfaſern noch andere faſerige Gewebe entdecken, noch findet man

die geringste Andeutung einer Bildung von Querringen, denen ähnlich, welche man bei den Würmern sieht, und welche bei diesen letztern Thieren zur Fortbewegung beitragen. Jeder Theil des Körpers ist bei den Polypen gleich reizbar und zusammenziehbar, und seine Bewegungen scheinen durch die Willenskraft, welche vom Thiere ausgeht, geleitet, und zur Erreichung bestimmter Zwecke angewandt zu werden. Die Weichheit und Biegsamkeit die diese Theile besitzen, verstatten ihnen, alle Unebenheiten der Oberfläche der Körper, an welche sie sich anschließen, durch genaues Anpassen auszugleichen, und vielleicht ist dies die einzige Ursache, wodurch die Thiere mit der größten Kraft sich ohne die Hülfe einer klebrigen Materie an die Körper befestigen. Eine andere Ansicht, welche viel für sich hat, ist die, daß diese Adhäsionskraft von der Anwesenheit einer großen Zahl außerordentlich kleiner Scheiben herrühre, welche über jeden Theil der Oberfläche des Körpers zerstreut sind, und eben so viele Saugwarzen darstellen, welche, freilich in einer außerordentlichen Verkleinerung, dem Saugapparat an den Armen des Dintenfisches ähnlich seyen.

Der Zoanthus gehört zu einer Familie größerer Polypen, welche in der Form von Büscheln miteinander vorkommen; daher sie von Ellis den Namen Actinia sociata, oder Büschelblumen-Thier, erhalten haben. Dieses Thier besteht aus einem kugelförmigen Körper, an welchem ein Maul befindlich ist, das eine oder zwei Reihen Fühlfäden in seinem Umkreise hat; nach unten zu besitzt es eine feste und fleischige Röhre, vermittelst welcher das Thier aufs genaueste mit dem Felsen am Grunde der See verbunden ist, so daß es immerwährend auf derselben Stelle angeheftet bleibt.

Das Genus Vorticella wird durch einen kleinen Haufen von Thieren gebildet, welche, ob sie gleich gewöhnlich unter die nämliche Familie gezählt werden, dadurch von den Polypen unterschieden sind, daß sie keine Fühlfäden haben, sondern nur Cilien, welche den Rand eines glockenförmigen Körpers umgeben, der auf einem langen und schmalen Fußgestell sitzt. Durch die Schwingungen dieser Cilien werden wie gewöhnlich Strömungen hervor-

gebracht, welche bei den einfacheren Gattungen (wie Vorticella Cyathina, die Fig. 46 abgebildet ist), als Werkzeuge der Fortbewegung dienen. Wenn die Vorticella, die mittelst ihres Fußes befestigt ist, auf Futter ausgeht, so kann sie sich durch die Ausdehnung des Fußgestelles in einer geraden Linie nach vorwärts bewegen und bei der Annäherung einer Gefahr, durch die Zusammenkrümmung desselben in spiralförmige Windungen, sogleich zurückziehen. Viele Gattungen der Vorticellen sind so außerordentlich klein, daß sie ohne Hülfe eines Microscopes nicht gesehen werden können; sie führen uns daher zu der nächsten Ordnung, welche wir zu betrachten haben, und welche blos aus microscopischen Thierchen besteht, durch einen natürlichen Uebergang hin.

§. 4. Infusorien.

Die Infusionsthierchen oder Infusorien erhielten ihren Namen von Müller, einem dänischen Naturforscher, von dem Umstande, weil sie in allen Aufgüssen vegetabilischer oder thierischer Substanzen, nach einiger Zeit, in großer Anzahl vorkommen. Sie sind im Allgemeinen viel zu klein, als daß sie mit unbewaffnetem Auge gesehen werden könnten, wir verdanken daher die Kenntniß ihrer Existenz und der merkwürdigen Erscheinungen, die sie darbieten, blos dem Microscope; jedoch geben uns die besten Instrumente nur eine geringe Einsicht in ihre wirkliche Organisation und ihre physischen Verhältnisse. Aus diesem Grunde ist es daher außerordentlich schwer, ihnen in der Reihe der Thiere ihre wahre Stellung anzuweisen. Die meisten Systematiker haben sie als Thiere betrachtet, welche den niedersten Rang einnehmen, und als Beispiele der einfachsten Verhältnisse, unter denen das Thierleben vorkommen kann. Die Monaden, welches die kleinsten der sichtbaren Thierchen sind, hat man als auf der letzten Gränze der Thierwelt stehend, betrachtet, und einige Schriftsteller haben sogar darüber Zweifel erhoben, ob sie in der That zu dem Thierreich gehören, oder ob sie nicht besser als die letzten Elementartheilchen der organischen Wesen zu betrachten seyen, welche durch die Wirkung chemischer Zersetzung sich von einander getrennt und dadurch die

Kraft einer freiwilligen aber unregelmäßigen Bewegung erhalten hätten.

Man glaubte, daß alle Theilchen der Materie entweder zu der einen oder zu der andern zweier Abtheilungen gehören; die, welche der ersteren angehören, seyen vollkommen unthätig und keiner Organisation fähig; die zweiten aber mit einem Principe begabt, das sie zur Organisation fähig macht, oder ihnen die Möglichkeit verleiht, sich zu lebenden Massen zu vereinigen, wodurch sie daher als die wesentlichen Elemente aller Organisation anzusehen wären. Wenn man dieser Ansicht huldigt, so muß man alle Pflanzen und Thiere, wie sie auch vorkommen, als reine Aggregationen von Infusionsthierchen betrachten, welche nach und nach durch die Vermehrung ihrer Anzahl sich anhäufen und von der organischen Materie herkommen, welche in der Nahrung enthalten ist; so, daß der menschliche Körper selbst nichts anderes wäre, als eine ungeheure Anhäufung einzelner Monaden!

Diese kühne und phantasiereiche Hypothese, welche durch Buffon zuerst aufgestellt wurde, hat sich durch ihren verführerischen Anschein von Einfachheit und durch die glühende und hinreißende Darstellungsweise ihres Urhebers empfohlen, und viele eifrige Partheigänger gehabt.

Die neue Welt, welche sich durch das Microscop dem staunenden Auge der Naturforscher erschlossen hatte, brachte im Ueberfluß Gegenstände und Erscheinungen zu Tage, von denen man sich vor der Erfindung dieses Instrumentes keinen Begriff hätte machen können, und war daher ganz besonders dazu gemacht, die Aufmerksamkeit der Naturforscher zu reizen, und denselben die Hoffnung einzuflößen, daß sie durch die Auffindung der letzten Theile, welche organische Körper zusammensetzen, das Geheimniß des Lebensprincipes entschleiern könnten. Während des größern Theils des letzten Jahrhunderts waren Infusionsthierchen der Gegenstand von häufigen und mühseligen microscopischen Untersuchungen, und gaben zu endlosen Meinungsstreitigkeiten Veranlassung, indem man Spekulationen über ihren Ursprung, über ihre Lebensthätigkeit und ihre Verrichtungen im thierischen Haushalt anstellte. Uner-

achtet ihrer außerordentlichen Kleinheit, findet man unter ihnen die allergrößten Verschiedenheiten in der Organisation; jedoch hängen noch viele Naturforscher an der Idee, daß die Monaden, als die allerkleinsten darunter, deren Daseyn blos durch die Anwendung der stärksten Microscope dargethan werden kann, homogene Kügelchen lebendiger Materie ohne eine besondere Organisation, aber doch mit der Kraft sich willkührlich zu bewegen, begabte Wesen seyen; jedoch haben einige Schriftsteller ihnen auch die letztere Eigenschaft streitig gemacht. Alle diese phantastischen Träumereien wurden durch die wichtigen Entdeckungen Ehrenbergs vernichtet. Dieser fand in der neuern Zeit, daß sogar der Monas termo innere Höhlen besitzt, zur Aufnahme seiner Nahrung und Verdauung, und hat sehr wahrscheinlich gemacht, daß seine Organisation ebenso zusammengesetzt ist, wie die der größern Species von Infusorien, der Rotiferen, bei welchen er sogar dahin gekommen ist, Spuren eines Muskelsystemes, eines Nervensystemes, und selbst eines Gefäßsystemes zu unterscheiden.

Diese Thierchen, deren Formen man genau unterscheiden kann, zeigen in Absicht auf ihre Gestalt und auf die Art ihrer Ortsbewegung, die größte Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit. Einige, wie das Cyclidium, erscheinen als eine dünne ovale Haut, welche nach allen Richtungen hin sanft durch die Flüssigkeit gleitet; einige Andere, wie der Volvox, sind kugelicht; noch andere, wie die Cercaria, haben eine birnförmige Gestalt, indem sie sich an einem Ende zuspitzen und oft mit einem dünnen Schwanze endigen, so daß sie einer Kaulquappe ähnlich sehen. Bei anderen besitzt dieser Schwanz eine große Länge; bei einigen, wie bei der Furcocerca, ist er gabelförmig, bei andern hat er spiralförmige Windungen, wie ein Korkzieher; die Kerona hat Fortsätze gleich Hörnern. Der Vibrio hat eine cylindrische Gestalt und spitzt sich an einem oder beiden Enden mehr oder weniger zu, gleich einem Aale oder einer Schlange, denen er auch darin ähnlich ist, daß er mit Wellen-Bewegungen schwimmt *). Einige, wie das Gonium,

*) Thierchen, welche zu dieser Gattung gehören, kommen sehr häu-

haben eckige, andere wie Kolpoda, wellenförmige Umriſſe. Einige, wie die Urceolaria, zeigen die größte Aehnlichkeit mit einer Glocke oder einem Trichter, und ſcheinen mit der Vorticella analog zu ſeyn, in welches Geſchlecht man ſie auch unterbringen könnte. Weit unregelmäßigere Formen kommen bei anderen Infuſorien vor. Eine der ſonderbarſten von dieſen iſt der Proteus (Fig. 47), von welchem man in der That nicht ſagen kann, daß er irgend eine beſtimmte Geſtalt habe, denn ſelten behält er zwei Minuten lang eine und dieſelbe bei. Er ſieht aus wie eine Maſſe weicher Gallerte, welche im höchſten Grade an jedem Theile reizbar und zuſammenziehbar iſt; das eine Mal ſchrumpft er wie eine Kugel zuſammen, das andere Mal ſtreckt er ſich in ein langes Band aus; und in andern Fällen ſieht man ihn wieder gewunden wie ein Blutigel. Wenn wir dieſe Bewegungen einige Zeit beobachten, ſo ſehen wir, daß gewiſſe Theile ſich ausrecken, als wenn ſie plötzlich aufgeblaſen würden, und ſternähnliche Verzweigungen bekommen, oder andere verſchiedenartige groteske Geſtalten annehmen, indem andere Theile ſich auf gleiche Weiſe ſo ſchnell wie möglich zuſammenziehen. Auf dieſe Weiſe kann ſich die ganze Geſtalt des Thieres vollkommen verändern und Verwandlungen zeigen, die eben ſo raſch als unregelmäßig und ſonderbar ſind.

Der Volvox globator (Fig. 48) findet ſich in außerordentlicher Anzahl an der Oberfläche vieler ſtehender Sümpfe. Seine Geſtalt iſt vollkommen ſphäriſch und ſeine Bewegungen beſtehen in einem beſtändigen und ſchnellen Rollen um ſeine Achſe, wobei er aber ſehr häufig auf derſelben Stelle ſtehen bleibt. Eine andere Species, der Volvox conflictor, bewegt ſich dadurch, daß er ſich bald zur Rechten bald zur Linken dreht.

Die Ortsbewegungen der Infuſorien geſchehen im Allgemeinen auf zweierlei Weiſe. Die eine Art beſteht in einem ſanften und gleich-

---

ſig in Mehlthau, verdorbenem Waizen, vor, ebenſo im Sauerteige und in Eſſig, welcher ſeinen Alcohohl verloren hat. In dieſer letzteren Flüſſigkeit erſcheinen ſie oft ſo groß, daß ſie mit bloſem Auge geſehen werden können.

mäßigen Gleiten durch die Flüssigkeit, welches offenbar eine Wirkung der Cilien-Schwingungen ist, die über verschiedene Theile des Körpers zerstreut sind, und häufig dessen ganze Oberfläche zu bedecken scheinen; die andere schnellere und energischere; eine pfeilartige, nach vorwärts gerichtete Bewegung, nach irgend einer Richtung hin, wie z. B. bei der Verfolgung der Beute, besteht aus plötzlichen und unregelmäßigen Sprüngen, wie lebhafte Insecten oder Fische zu thun pflegen. Daß diese Bewegungen vom Willen abhängig sind, ist aus der Geschicklichkeit ersichtlich, mit der die Thiere Hindernisse vermeiden, und daraus, daß sie Myriadenweise in einem einzigen Tropfen umherschwimmen, ohne sich im Wege zu seyn.

Da das hauptsächlich wirkende Princip bei der Bewegung der Thiere die Muskelfaser ist, so war es natürlich, daß man annahm, diese letzteren Gattungen der Infusorien möchten eine, den Muskeln verwandte, organische Bildung besitzen. Die Entdeckung des wirklichen Vorhandenseyns zusammenziehbarer Fasern bei diesen Thieren, gehört jedoch ganz der neueren Zeit an; denn diese Aufgabe ist erst durch die Untersuchung von Ehrenberg hinlänglich gelöst worden. Dieser sah bei seinen Beobachtungen an größeren und höher organisirten Gattungen, welche zu der Ordnung der **Rotifera** gehören, mit 380facher Vergrößerung aufs genaueste einige Muskelstreifen, welche paarweise zwischen den beiden Lagen der durchscheinenden Membran, welche den Körper einschließt, hinlaufen. Wenn das Thierchen gewaltsame Seitenbewegungen ausführt, wobei es sich über sich selbst zusammenkrümmt, so werden nach seiner Beobachtung diese faserigen Bänder breiter und dicker, und an der Seite, auf welcher die Zusammenziehungen Statt finden, kürzer. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß diese Organe Muskeln sind, und daß sie die wahren Agentien darstellen, vermöge welcher diese beobachteten Bewegungen ausgeführt werden.

Die **Rotifera**, oder Räderthierchen, haben daher ihren Namen, weil sie mit einer Vorrichtung versehen sind, welche einen beständigen Wirbel oder eine kreisförmige Bewegung in der sie umgebenden Flüssigkeit erzeugen können. Die sehr merkwürdigen Organe, mittelst welcher diese Wirkung hervorgebracht wird, sind

haben eckige, andere wie Kolpoda, wellenförmige Umrisse. Einige, wie die Urceolaria, zeigen die größte Aehnlichkeit mit einer Glocke oder einem Trichter, und scheinen mit der Vorticella analog zu seyn, in welches Geschlecht man sie auch unterbringen könnte. Weit unregelmäßigere Formen kommen bei anderen Infusorien vor. Eine der sonderbarsten von diesen ist der Proteus (Fig. 47), von welchem man in der That nicht sagen kann, daß er irgend eine bestimmte Gestalt habe, denn selten behält er zwei Minuten lang eine und dieselbe bei. Er sieht aus wie eine Masse weicher Gallerte, welche im höchsten Grade an jedem Theile reizbar und zusammenziehbar ist; das eine Mal schrumpft er wie eine Kugel zusammen, das andere Mal streckt er sich in ein langes Band aus; und in andern Fällen sieht man ihn wieder gewunden wie ein Blutigel. Wenn wir diese Bewegungen einige Zeit beobachten, so sehen wir, daß gewisse Theile sich ausrecken, als wenn sie plötzlich aufgeblasen würden, und sternähnliche Verzweigungen bekommen, oder andere verschiedenartige groteske Gestalten annehmen, indem andere Theile sich auf gleiche Weise so schnell wie möglich zusammenziehen. Auf diese Weise kann sich die ganze Gestalt des Thieres vollkommen verändern und Verwandlungen zeigen, die eben so rasch als unregelmäßig und sonderbar sind.

Der Volvox globator (Fig. 48) findet sich in außerordentlicher Anzahl an der Oberfläche vieler stehender Sümpfe. Seine Gestalt ist vollkommen sphärisch und seine Bewegungen bestehen in einem beständigen und schnellen Rollen um seine Achse, wobei er aber sehr häufig auf derselben Stelle stehen bleibt. Eine andere Species, der Volvox conflictor, bewegt sich dadurch, daß er sich bald zur Rechten bald zur Linken dreht.

Die Ortsbewegungen der Infusorien geschehen im Allgemeinen auf zweierlei Weise. Die eine Art besteht in einem sanften und gleich-

---

fig in Mehlthau, verdorbenem Waizen, vor, ebenso im Sauerteige und in Essig, welcher seinen Alcohohl verloren hat. In dieser letzteren Flüssigkeit erscheinen sie oft so groß, daß sie mit bloßem Auge gesehen werden können.

mäßigen Gleiten durch die Flüssigkeit, welches offenbar eine Wirkung der Cilien-Schwingungen ist, die über verschiedene Theile des Körpers zerstreut sind, und häufig dessen ganze Oberfläche zu bedecken scheinen; die andere schnellere und energischere; eine pfeilartige, nach vorwärts gerichtete Bewegung, nach irgend einer Richtung hin, wie z. B. bei der Verfolgung der Beute, besteht aus plötzlichen und unregelmäßigen Sprüngen, wie lebhafte Insecten oder Fische zu thun pflegen. Daß diese Bewegungen vom Willen abhängig sind, ist aus der Geschicklichkeit ersichtlich, mit der die Thiere Hindernisse vermeiden, und daraus, daß sie Myriadenweise in einem einzigen Tropfen umherschwimmen, ohne sich im Wege zu seyn.

Da das hauptsächlich wirkende Princip bei der Bewegung der Thiere die Muskelfaser ist, so war es natürlich, daß man annahm, diese letzteren Gattungen der Infusorien möchten eine, den Muskeln verwandte, organische Bildung besitzen. Die Entdeckung des wirklichen Vorhandenseyns zusammenziehbarer Fasern bei diesen Thieren, gehört jedoch ganz der neueren Zeit an; denn diese Aufgabe ist erst durch die Untersuchung von Ehrenberg hinlänglich gelöst worden. Dieser sah bei seinen Beobachtungen an größeren und höher organisirten Gattungen, welche zu der Ordnung der **Rotifera** gehören, mit 380facher Vergrößerung aufs genaueste einige Muskelstreifen, welche paarweise zwischen den beiden Lagen der durchscheinenden Membran, welche den Körper einschließt, hinlaufen. Wenn das Thierchen gewaltsame Seitenbewegungen ausführt, wobei es sich über sich selbst zusammenkrümmt, so werden nach seiner Beobachtung diese faserigen Bänder breiter und dicker, und an der Seite, auf welcher die Zusammenziehungen Statt finden, kürzer. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß diese Organe Muskeln sind, und daß sie die wahren Agentien darstellen, vermöge welcher diese beobachteten Bewegungen ausgeführt werden.

Die **Rotifera**, oder Räderthierchen, haben daher ihren Namen, weil sie mit einer Vorrichtung versehen sind, welche einen beständigen Wirbel oder eine kreisförmige Bewegung in der sie umgebenden Flüssigkeit erzeugen können. Die sehr merkwürdigen Organe, mittelst welcher diese Wirkung hervorgebracht wird, sind

im Allgemeinen zwei an der Zahl (Fig. 49, R, R), und haben ihre Lage an dem Kopf, wo sie aber nicht die Maulöffnung umgeben, wie das bei den Fühlfäden der Polypen der Fall ist. Sie bestehen aus cirkelförmigen Scheiben, welche mit Reihen von Cilien besetzt sind, die mit einem Kronrad die größte Aehnlichkeit haben. Dieses Rad scheint sich unaufhörlich um zu drehen, und im Allgemeinen beständig in Einer Richtung; so daß sie der Flüssigkeit eine drehende Bewegung geben, vermöge welcher dieselbe in einem beständigen Wirbel umhergetrieben wird. Die Beständigkeit dieser Bewegung scheint anzudeuten, daß sie sich auf irgend eine Function bezieht, deren Erfüllung von Einfluß auf das Leben ist, etwa wie die Respiration. Jedoch, wenn man sie auch nur als eine mechanische Handlung betrachtet, unter welchem Gesichtspunct wir sie jetzt zu betrachten haben, so ist diese Erscheinung fähig, unsere größte Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen; denn die immerwährende Bewegung irgend eines Theils des Körpers um seine Achse, kann durchaus nicht mit der Ansicht bestehen, daß dieser Theil auf eine feste Weise mit dem Körper verbunden sey; und im Gegentheil können wir uns kein Bild von einer Organisation machen, welche sich in einer Flüssigkeit oder sonst in einer Substanz bewegt, deren Theile, gleich einer Flüssigkeit, eine beständige Veränderung ihrer Lage zulassen. Dutrochet hat eine scharfsinnige Lösung dieses schwierigen Punctes zu geben versucht. Er nimmt an, daß die Umwälzungen der Räderthiere nicht in der Wirklichkeit vorhanden, sondern nur scheinbar seyen*). Nach dieser Erklärung wird vorausgesetzt, daß der Rand eines jeden Rades aus einem so beugsamen Material besteht, daß er schnell jede Art von Krümmung annehmen kann, und daher wellenförmige Bewegungen besitzt, wo eine auf die andere in der Runde folgt; so nämlich, daß jeder Theil nach dem andern abwechslungsweise concav und conver wird, und auf diese Weise scheinbar eine Fortbewegung des Theiles, der sich bewegt, entsteht; die wirklichen Bewegungen wären demnach nur die der Ausdehnung

*) Dieselbe Meinung hatte lange vorher Vicq d'Azyr ausgesprochen.

und Zusammendrückung, welche durch die Verlängerung und Verkürzung der Perpendicular-Fasern entsteht.

Außerdem, daß die Infusionsthierchen die sehr entwickelte Fähigkeit haben, sich zu bewegen, zeigen sie in einigen ihrer Lebensfunctionen, wie wir später sehen werden, einen Grad von Entwicklung, welche ihnen in der Reihe der Thiere eine höhere Stelle zu sichern scheint, als die meisten Naturforscher ihnen zugeschrieben haben. Sie stehen gewiß höher als die Schwämme oder die Polypen, welchen die Natur, gleich Pflanzen, eine feste Stelle auf einem und demselben Platze angewiesen hat, und welche wir als zusammengesetzte Wesen betrachtet haben, wo die einzelnen Thiere oft so klein sind, daß sie kaum ohne die Hülfe des Microscopes gesehen werden können. Die bloße Größe ist von allen Verhältnissen, welche organisirte Wesen betreffen, dasjenige, welches zuletzt als Criterium einer künstlichern Zusammensetzung oder der Feinheit der Structur angenommen werden sollte. Ein Gegenstand ist blos in Beziehung auf unsere eigenen begränzten und unvollkommenen Sinne, groß oder klein, und alle Unterscheidungen der Art, müssen in Beziehung auf die Aeusserungen der Schöpferkraft verschwinden. In dem colossalen Bau des Elephanten ist, so weit wir es beurtheilen können, keine complicirtere Structur zu finden, als bei dem kleinsten Insect, das unbeachtet zu unseren Füßen kriecht.

§. 5. Acalephen.

Massen von gallertartiger, belebter Materie, findet man in jedem Theile des Oceans umherschwimmen; oft in ungeheuerer Anzahl und von den verschiedensten Formen, so daß sie mit Wesen aus dem Thierreiche nur geringe Aehnlichkeit zu haben scheinen. Sie bilden die Familie der Acalephen, davon die Meduse als Beispiel angenommen werden kann. (Siehe Fig. 50.) Sie scheinen in Absicht auf ihre Organisation nur eine Stufe über den Polypen zu stehen, und in Absicht auf ihre Fähigkeit, sich zu bewegen, gehören sie zu den niedersten derjenigen Zoophyten, welche nicht auf immer an die Stelle gebunden sind, wo sie sich zuerst entwickelt haben. Sie sind überhaupt ganz

paſſive Weſen, welche auf der Oberfläche der See umherſchwimmen, oder in einer kleinen Tiefe unter derſelben bleiben, durch die Bewegung einer jeden Ebbe und Fluth hin- und hergeworfen werden, und dazu beſtimmt ſind, ohne ſich vertheidigen zu können, die Beute der unzähligen Thier-Gattungen zu ſeyn, welche jeden Theil des Oceans bevölkern.

Die gewöhnliche Form der Meduſe, iſt die einer Halbkugel, welche an ihrem Rand eine Membran beſitzt, die der Falte eines Mantels gleicht, welcher ringsum locker herabhängt; damit ſteht ein, im Mittelpunkt befindlicher, Stiel in Verbindung, der viele Aehnlichkeit mit dem Stengel eines Pilzes hat, und nach unten in einige ausgefranzte Blätter oder Fortſätze endigt, welche von Einigen den Namen Fühlfäden erhalten haben. Die ganze Subſtanz des Körpers der Meduſen iſt halb durchſcheinend und gallertartig, ohne irgend eine ſichtbare fibröſe Structur; jedoch iſt ſie mit einem bedeutenden Grad von Elaſticität verſehen, und hat auch einigermaßen Zuſammenziehungskraft. Das Thier kann abwechslungsweiſe den Rand ſeines halbkugelförmigen Körpers erheben und niederdrücken, und mit der zuſammengefalteten Membran, oder dem Mantel, welcher davon herabſteigt, Bewegungen ausführen, die einigermaßen dem Oeffnen und Zuſammenziehen eines Sonnenſchirmes ähnlich ſind. Dieſe pulsähnliche Bewegung geſchieht ungefähr 15mal in der Minute und mit der größten Regelmäßigkeit. Wenn das Waſſer gegen das Thier wirkt, ſo wird es auf der Oberfläche erhalten, und wenn daſſelbe das Waſſer in einer ſchiefen Richtung ſchlägt, ſo bekommt es eine leichte Seiten-Bewegung; will es aber in das Waſſer hinunterſinken, ſo zieht es ſich gleichförmig in jeder Richtung zuſammen. Wenn das Thier ſehr ſchnell unterſinken will, ſo kehrt es ſich um, ſo daß ſein converer Theil nach unten ſieht.

Man findet Meduſen von ſehr verſchiedenen Größen; die größten ſind in der Nähe der engliſchen Küſten; eine ungeheuere Anzahl von kleineren und ſogar microſcopiſchen Arten kommen in jedem Theile des Oceans vor *).

*) Die Eigenſchaft des Seewaſſers, zuweilen zu leuchten oder wie

In einigen Theilen des grönländischen Meeres sind sie in solcher Menge vorhanden, daß sie auf hunderte von Meilen hin den Wellen eine sichtbare Farbe mittheilen. Die Gesammtzahl solcher Thiere, welche über eine ähnliche Oberfläche verbreitet sind, übertrifft die allerkühnste Schätzung. In jenen Gegenden enthielt ein Cubikfuß Wasser, der ohne besondere Wahl herausgezogen wurde, nach der Angabe von Scoresby, mehr als 100,000 kleiner Meduſen.

In der Familie der Meduſarien gibt es ein ganz besonderes Geschlecht, welches den Namen Beroë erhalten hat und durch seine eigenthümlichen Bewegungsorgane ausgezeichnet ist. Der Körper dieser Thiere ist entweder kugelförmig oder länglich, und sie schwimmen in senkrechter Stellung. Acht längliche Bänder oder Streifen, welche zuweilen mit Rippen verglichen wurden, gehen an der Seite ihres Körpers herab, wie bei einer Melone. Längs dieser Bänder ist eine Reihe kleiner Membranen befestigt, welche sich horizontal ausdehnen und durch strahlenförmige Fasern unterstützt werden, so daß sie sehr große Aehnlichkeit mit der Rückenflosse eines Fisches haben. Ihre Wirkung ist der eines Vogelflügels nicht unähnlich; sie sind dazu gemacht, sich hin und her zu bewegen, das Wasser in scheitelrechter Stellung zu schlagen und dem Körper einen Impuls zum Aufsteigen zu geben. Zugleich ist dieses Wesen mit zwei sehr langen und schmalen Fortsätzen begabt, welche von den Seiten seines Körpers ausgehen und eine große Anzahl viel feinerer Filamente oder Cilien haben. Dieser ganze Apparat ist außerordentlich empfindlich und reizbar, so daß bei der geringsten Berührung die Fäden sich spiralförmig aufrollen und schnell in den Körper zurückgezogen werden. Auf solche Weise sind diese Fühlfäden theils zarte Organe des Gefühls, theils Organe des Raubes*). Fabricius hat beobach-

man sich ausgedrückt hat, seine Phosphorescenz, kommt im Allgemeinen von der Anwesenheit kleiner Meduſen her, welche in außerordentlicher Anzahl auf der Oberfläche vorkommen und leichter sind, als die sie umgebende Flüssigkeit.

*) Siehe eine Beschreibung von Beroë Pileus von Dr. Grant, in den Transactions of the zoological society of London, Vol. I, p. 9.

tet, daß wenn man eine Beroë in mehrere Stücke ſchneidet, jedes Stück fortfährt zu leben, und durch die Wirkung der Cilien, welche immer ihre ſchwingenden Bewegungen beibehalten, umherſchwimmt.

Bei zwei andern Arten der Acalephen, bei den Gattungen Porpita und Velella, iſt die weiche gallertartige Maſſe des Thieres, mittelſt eines innern Knorpels, mechaniſch unterſtützt. Bei der erſten Art hat dieſer Knorpel eine Cirkelform, bei der letztern (Fig. 53) iſt er oval und hat auf ſeiner obern Kante eine dünne durchſcheinende dreieckige Membran, welche ſich über die ganze Länge der obern Oberfläche des Körpers ausdehnt. Da dieſe Membran blos an ihrem mittlern Theile mit dem Knorpel in Verbindung ſteht, während ihre Ränder frei flottiren, ſo ſcheint ſie, beſonders wenn das Thier über die Oberfläche des Waſſers hervorragt, dazu beſtimmt zu ſeyn, den Wind aufzufangen und als Segel zu dienen. Es ſcheint in der That, daß dieß der Zweck war, weshalb dieſes Organ dem Thiere verliehen wurde; durch die freien Enden der Membran wurde daſſelbe fähig gemacht, ſeinen Lauf zu regieren und zugleich durch die Fühlfäden dafür zu wirken, welche von der untern Seite des Körpers ausgehen und als Ruder dienen, indeß das Segel von dem Winde aufgeblaſen wird *).

Eine viel künſtlichere Bildung findet man in einer andern Familie derſelben Ordnung, welche man Physalida oder hydroſtatiſche Acalephen nennt; ſie haben ihren letztern Namen daher erhalten, weil ſie mittelſt kleiner Blaſen ſchwimmen, die mit Luft gefüllt ſind und die ſie fähig machen zu ſchwimmen, ohne daß ſie nöthig hätten, irgend eine Anſtrengung zu machen. Die Physalia oder das portugieſiſche Kriegsſchiff, wie dieſes Thier auch genannt wird, iſt mit einer großen ovalen auf dem obern

*) Wir ſind mit der Anſicht des Herrn Verfaſſers hier gar nicht einverſtanden, indem wir nicht glauben, daß das angeführte Organ der Medusa Velella irgend als Segel dienen könne, ebenſowenig als das häutige Organ, welches bei der Argonauta Argo vorkommt, denn beide Organe haben nicht die geringſte Unterſtützung, die ſie geſchickt machen könnte, als Segel zu dienen, und es wird Keinem gelingen, der der dieſe Thiere aufmerkſam betrachtet, dieſelben jemals mit Hülfe dieſer Organe ſegeln zu ſehen. Anm. d. Ueberſ.

Theile des Körpers befindlichen Luftblase versehen; zugleich findet sich eine Haut von einer schönen Purpurfarbe, welche, wie bei der Velella, als Segel dient. Man trifft diese Zoophyten in großer Anzahl im atlantischen Ocean an, und besonders in den wärmeren Gegenden desselben, wo sie meistens in beträchtlicher Entfernung vom Lande vorkommen. Bei ruhigem Wetter schwimmen sie auf der Oberfläche der See, indem sie ihre purpurfarbigen Kämme auftreiben, wodurch sie beim ersten Anblick großen Luftblasen ähneln, die sich jedoch durch die lebendigen Farben der Fühlfäden, welche von ihnen herabhängen, auszeichnen. Nichts kann die Schönheit des Schauspiels übertreffen, welches durch eine zahlreiche Flotte dieser Thiere, die ruhig durch die tropischen Meere hinsegelt, erzeugt wird. Sobald die Oberfläche durch den leichtesten Wind gekräuselt wird, saugen sie sogleich die Luft, welche in ihren Bläschen ist, auf, werden dadurch specifisch schwerer, als das Wasser, und verschwinden, indem sie in die stillen Tiefen des Oceans hinabtauchen. Durch welchen Vorgang sie die Veränderungen der Absorbtion und Reproduction der Luft bewirken, ist bis jetzt noch nicht entdeckt. Andere Arten, wie die Physsophora, haben zuweilen auch solche Luftblasen; aber in anderer Hinsicht sind sie den Medusen ähnlich, indem sie keinen häutigen Kamm haben.

Die Actinien sind eine Art von Zoophyten, welche wegen der allgemeinen Aehnlichkeit mit den Formen der Polypen von den meisten Naturforschern unter diese letztere gezählt werden. Allein sie zeigen eine viel höhere Entwickelung in ihrer Organisation als die Polypen, und haben leicht zu unterscheidende Muskelfasern, welche eine bedeutende Zusammenziehungskraft besitzen. Ihre Verdauungsorgane sind ebenfalls, wie ich später auseinandersetzen werde, viel zusammengesetzter, als bei den Polypen. Fig. 55 zeigt eine Actinie in ihrem zusammengezogenen Zustande. Wenn die Fühlfäden derselben, welche in sehr großer Anzahl die Mundöffnungen umgeben, vollkommen herausgestreckt sind, (wie man in Fig. 56 sieht), so zeigen diese Thiere in Absicht auf ihre Form außerordentlich viel Aehnlichkeit mit den zusammengesetzten Blumen; daher die verschiedenen Species derselben die Namen See-

anemone, Seeringelblume, Seesonnenblume, Seenelke u. s. w. erhalten haben. Die Actinien sieht man in großer Anzahl an den Küsten, wo sie mit ihrem platten Untertheil des Körpers an den Felsen fest sitzen und im Allgemeinen beständig an ihrem Standort bleiben. Wenn das Wetter klar und die See ruhig ist, so gewährt es einen sehr schönen Anblick, das schnelle Hervorstrecken und Zurückziehen ihrer vielfach gefärbten Fühlfäden zu beobachten, während die Thiere sie bewegen, um Futter zu suchen; so wie die Schnelligkeit anzusehen, mit welcher sie eine jede Beute, die in ihren Bereich kommt, fassen, und die Behendigkeit, mit welcher sie sich in eine runde Masse zusammenziehen, sobald sie die geringste feindliche Einwirkung erfahren. Doch sind diese Thiere nicht nothwendigerweise an die bestimmte Stelle gebunden, auf der sie einmal sitzen; denn sie können, wenn sie gestört werden, durch eine geringe fortschreitende Bewegung einen bessern Platz aufsuchen. Reaumur hat die Anordnung ihrer Muskelfasern sehr genau untersucht und die Art beschrieben, vermittelst welcher sie sich entweder an die Felsen befestigen oder ihre schwerfälligen Bewegungen ausführen*).

§. 6. Echinodermata.

Wenn wir in der Reihe der organisirten Wesen aufsteigen, so kommen wir zu den Echinodermen, einer Classe, welche die Familien Asterida, Echinida, Holothurida und Crinoidea mit noch andern, weniger bekannten, Familien enthält. Diese Thiere zeigen sowohl in ihrer äußern Form als auch in der Bildung ihrer innern Organe auf sehr hervorstechende Weise die Sternform, welche für die Zoophyten so sehr characteristisch ist. Alle ihre Theile finden wir theils in Form von Linien, theils in Form von größern Abtheilungen immer so gelagert, daß sie symmetrisch

*) Mémoires de l'académie des sciences, 1710, p. 490.

Man sehe auch über diesen Gegenstand Ann. Mus. XIII, XXXIII, p. 1—5, und besonders die ausgezeichnete Abhandlung von W. Rapp über die „Zoophyten im Allgemeinen und die Actinien insbesondere“, wo man neben einer bessern Eintheilung dieser Thiere in Eroarier und Entoarier die genauesten Untersuchungen über ihre Lebensweise und Fortpflanzung finden wird. Anm. d. Uebers.

von einem gemeinsamen Mittelpunct oder einer Achse ausgehen, und um diesen Mittelpunct in regelmäßiger Folge sich wiederholen (Siehe Fig. 57 bis 63). Außer der äußern, hornigen oder kalkartigen, Bedeckung haben sie zur Unterstützung der weichern Theile eine Art von innerem Skelett oder von zusammenhängendem Gerüste. Die Organe im Innern des Körpers sind zugleich durch häutige Umgebungen unterstützt, welche zur Festigkeit des Ganzen mechanisch beitragen.

Die Asterias, oder der Seestern (Fig. 57), hat seinen Namen von seiner sternähnlichen Gestalt; die Zahl der Strahlen, aus welchen dieser Stern besteht, ist im Allgemeinen fünf. Außer der lederartigen Bedeckung, welche die Masse des Körpers umgibt, ist jeder Strahl mit einer Reihe von kalkartigen Theilen versehen, welche den Stücken ähnlich sind, die die Wirbelsäule der Wirbelthiere zusammensetzen und eine gegliederte Achse bilden, die offenbar den Zweck hat, einen hohen Grad von Stärke mit Biegsamkeit zu verbinden. Zugleich sind knorpelartige Scheiben vorhanden, um den Bedeckungen eine größere Stütze zu verleihen. Die Bedeckung ist reizbar und fähig, eine andere Form anzunehmen, jedoch hat man noch nicht mit Gewißheit Muskelfasern entdeckt, mittelst welcher diese Bewegungen ausgeführt werden. Durch die ganze Textur des Thieres findet man, ziemlich dicht, kalkartige Körner von einer bedeutenden Consistenz eingestreut, und häufig ragen diese, sowohl auf der obern als auch auf der untern Seite des Körpers, in Gestalt von Dornen oder Stacheln hervor; besonders groß sind dieselben um die Mundöffnung des Thieres, welche in dem Mittelpuncte der untern Seite vorhanden ist. Diese kalkartigen Massen haben ein crystallinisches Ansehen und zeigen auf dem Bruch jene schiefen Winkel, welche das Characteristische der rhomboidischen Gestalt des kohlensauren Kalkes sind.

Die untere Seite eines jeden Strahls hat eine Rinne, welche Linné das Ambulacrum, oder den Gang, genannt hat; ein Name, welcher von der Aehnlichkeit desselben mit einer Allee herkommt; eine jede Rinne enthält eine vierfache Reihe von Löchern, welche Nadelstichen ähnlich sind, und durch welche kleine cylindrische Fortsätze von Fleisch herauskommen. Diese

Fortsätze können nur auf eine kurze Entfernung von dem Thiere weg ausgestreckt werden, sie können aber nach dem Gefallen des Thieres verlängert und verkürzt werden mit Hülfe eines sehr merkwürdigen Mechanismus, den ich nun beschreiben will.

Wenn der Seestern dieselben in ihrem verlängerten Zustande, nach einer Seite hinwendet, so kann er sich dadurch langsam fortbewegen; man kann daher die Fortsätze als Füße betrachten, die zur Weiterschaffung des Körpers wie Hebel dienen. Man bemerke, daß dieß das erstemal ist, daß wir bei unserer Betrachtung des Thierreiches solche Organe antreffen. Jeder dieser Füße hat an seinem Ende eine concave Scheibe, welche, wenn sie auf irgend eine flache Oberfläche kommt, nach den schon früher angeführten Principien, als eine Saugwarze wirkt. Reaumur zählte auf jedem der fünf Strahlen eines Seesternes 304 solcher Füße, was im Ganzen 1520 ausmacht*). Jeder Fuß besteht in einer Röhre, welche an dem äußern Ende geschlossen ist und deren Stamm, nachdem er durch die Oeffnung in der Bedeckung gedrungen ist, sich in einen Beutel erweitert (Fig. 66), der Flüssigkeiten enthält. Durch die Zusammenziehung dieses Beutels wird die Flüssigkeit in den äußern Theil der Röhre getrieben; dadurch wird letztere ausgedehnt und hervorgestoßen; der Fuß befestigt sich sodann mit seiner fleischigen Scheibe, die sich an dessen Ende befindet, an der Stelle, die er berührt; wenn er sich hierauf zurückzieht, so schiebt er den Körper etwas weniges fort. Wenn die Flüssigkeit in den Körper zurücktritt, so wird der Fuß wieder losgerissen und geschwind nach vorn bewegt. Auf diese Weise wird derselbe ein Organ der Vorwärtsbewegung durch die öftere Wiederholung desselben Vorgangs**). Wegen der Kürze dieser Füße ist, unerach-

*) Mémoires de l'académie des sciences, 1710, p. 487.

**) Der Mechanismus, vermittelst welchem die Füße vorgeschoben und wieder zurückgezogen werden, ist in der Durchschnittszeichnung Fig. 66 dargestellt. Man sieht hier, wie die Beutel damit in Verbindung stehen und die verschiedenen Grade der Zusammenziehung und Ausdehnung derselben. In Fig. 65 sieht man die obere und beziehungsweise innere Seite des Theiles, aus wel-

tet ſie in großer Anzahl vorhanden ſind, die Bewegung, welche ein ſolches Thier machen kann, außerordentlich langſam.

Neben dieſer kriechenden Bewegung iſt der Seeſtern fähig, einen jeden ſeiner Strahlen zu biegen und wieder in Ruhe zu bringen; dieſe Bewegung aber kann nur außerordentlich langſam von Statten gehen und iſt nicht hinreichend, das Thier von einem Platze zum andern zu bringen*).

Das Skelet des Echinus, oder des Seeigels (Fig. 60), iſt ein noch weit künſtlicheres Gebilde, als das der Seeſterne. Der Seeigel hat eine kugelähnliche, orangenförmige Geſtalt; das kalkartige Material, welches zu ſeiner Bildung beiträgt, beſteht nicht wie bei jenen aus iſolirten Körnern, ſondern es zeigt aneinandergereihte und breit ausgedehnte, vieleckige Platten, deren Ränder ſchwalbenſchwanzförmig ineinandergreifen. Die Form eines jeden Stückes iſt ein verlängertes Sechseck und das Ganze iſt regelmäßig in Reihen aneinandergereiht, gleich einem Moſaikboden. Ebenfalls bemerkt man auf der Oberfläche der Schale Ambulacra, welche gleich den Meridianen eines Globus in ſenkrechter Richtung an den Seiten der Kugel herunterlaufen und, wie diejenigen der Seeſterne, eine doppelte Reihe von Löchern haben**).

---

cher die Füße herauskommen. Dr. Grant iſt geneigt, zufolge einiger Beobachtungen, die er über die Structur von den Cilien der Beroë Pileus machte, zu glauben, daß die ſchnellen Schwingungen dieſer ſonderbaren Organe bei den niedern Thieren von Waſſerbewegungen herkommen, welche durch elaſtiſche Röhren gegen ihre Baſis geführt werden, ſo daß ſie den Einſpritzungen in die röhrigen Fühlfäden der Actinien und Aſterien in gewiſſer Art ähnlich ſind. Wenn dieſe Anſicht beſtätigt würde, bemerkt er ferner, ſo würde eines der merkwürdigſten Phänomene der thieriſchen Bewegung, das aber zugleich eines der häufigſten iſt, viel von ſeinem Wunderbaren verlieren.

*) Neben den angeführten größern Röhren ſind auch noch kleinere Löcher vorhanden, welche an verſchiedenen Theilen die allgemeinen Bedeckungen durchbohren und Kanäle bilden, die dazu beſtimmt ſind, das Waſſer, das für die Reſpiration verwandt wird, zu abſorbiren. Dieſe werde ich gelegenheitlich näher betrachten.

**) Eine noch weit intereſſantere Bildung zeigt die kalkige Unterlage,

Auf der äußern kugeligen Oberfläche der Schale findet man in sehr großer Anzahl kalkartige Höcker, die mit wunderschöner Regelmäßigkeit und Symmetrie in doppelten Linien stehen, und, gleich Meridiankreisen, von dem obern zu dem untern Pol der Kugel gehen.

Ein jedes dieser Höckerchen zeigt sich unter dem Vergrößerungsglas als eine glatte und feste Kugel, welche von der Oberfläche einer der vieleckigen Platten der Ränder ausgeht. Diese Kügelchen dienen dazu, den Stacheln zur Unterlage zu dienen*), und diese haben an ihrer Basis Röhren oder Ringe, welche sie mit der runden Oberfläche der Höckerchen genau verbinden. Sie bilden also Kugelgelenke, welche nach allen Richtungen hin eine freie Bewegung gestatten. Jedes Gelenk steht mit der Platte, auf welcher es sich bewegt, mittelst der allgemeinen Bedeckung in Verbindung, welche hier die Stelle eines Kapselbandes übernimmt; zugleich sind einige Lagen von strahlenförmigen Muskelfasern vorhanden, um die Bewegungen der Stacheln auszuführen. Indem der Seeigel diese Stacheln als Hebel benützt, geht er mit großer Leichtigkeit auf ebenen Flächen des Meeresgrundes umher. Ebenfalls wird das Thier in seinen fortschreitenden Bewegungen durch die Anwendung von Saugorganen unterstützt, welche an dem Ende kleiner Röhren befestigt sind, die aus den Poren der Ambulacra, analog mit den Organen der Seesterne, hervorkommen.

Der **Spatangus**, ein Geschlecht, welches zu dieser Ordnung gehört, vergräbt sich in den Sand mittelst seiner Stacheln, welche auf seiner untern Fläche kurz und dick, aber an den

---

welche für die Unterstützung der Zähne und anderer Kauorgane sorgt, mit welchen dieses Thier versehen ist. Von der Structur dieser Organe werden wir bei der Betrachtung der Kauorgane überhaupt sprechen.

*) Es ist von Haidinger bewiesen worden, daß die Structur dieser Stacheln crystallinisch ist und daß sie auf dem Bruch genau die rhomboidischen Winkel zeigt, welche ein so characteristisches Merkmal des kohlensauren Kalkes sind. Siehe dessen Uebersetzung von Mohs Mineralogie, II. Bd., S. 91.

Enden breit sind, ungefähr wie der Handgriff eines Löffels, mit der Convexität nach abwärts; zugleich haben sie eine beschränkte Kreisbewegung.

Diejenigen, welche an den Seiten befindlich sind, sind schmäler und gegen ihr Ende hin spitz zulaufend; diese fallen, wenn sie nicht gebraucht werden, schlaff über den Körper herab, so daß ihre Spitzen nach unten stehen. Neben diesen sind viel längere, borstenförmige Stacheln vorhanden, welche halbmondförmig über den Rücken hingehen und so aufeinander liegen, daß ihre Spitzen sich berühren, aber doch fähig sind, eine perpendiculäre aufrechte Stellung anzunehmen. Wenn das Thier auf dem Sande liegt, so beginnt es seine Thätigkeit damit, daß es die untern Stacheln zurückschlägt, um dadurch eine Höhlung in dem Sande hervorzubringen, in welche es, vermöge seiner eigenen Schwere, so weit hinabsinkt, daß die untersten der seitlichen Stacheln mitwirken können und in den Stand gesetzt werden, die losen Sandtheilchen umzurühren und aufzuwerfen, so daß sie zu gleicher Zeit dazu beitragen, den Körper des Thieres immer mehr und mehr sinken zu machen. Jemehr das Thier sinkt, desto größer ist die Anzahl von Stacheln, welche in Bewegung kommen und desto schneller geht das Sinken vor sich; denn der Sand, welcher zur Seite geworfen wurde, fließt auf den Rücken und bedeckt den Körper, sobald derselbe unter die Oberfläche des Sandes gekommen ist. In dieser Lage kommen die borstenartigen Rückenstacheln ins Spiel und verhindern den Sand, sich vollkommen zu schließen, so daß eine kleine runde Höhle entsteht, die dazu dient, der Mundöffnung und den Respirations-Organen Wasser zuzuführen *).

Ueberall, wo wir in der Reihe der organischen Gebilde neuen Formen begegnen, finden wir sie immer in Begleitung von entsprechenden Modificationen des Entwicklungs-Processes. Die Organisation der Thiere, welche zu der niedersten Abtheilung gehören, ist nicht hinreichend, die Substanzen, welche einmal in

*) Diese Darstellung ist aus Osler's Abhandlungen in den Philosophical Transactions für 1826, S. 347, genommen.

von Kalkmaterie werden auf der untern Seite abgelagert, ganz in demſelben Verhältniß als die Ausdehnung der in der Schale enthaltenen Weichtheile die Trennung jener Sechsecke verurſachte. Daß eine ſolche aufeinanderfolgende Ablagerung ſtattfindet, kann man ganz leicht ſehen, wenn man die Bildung der Plättchen, welche aus concentriſchen vieleckigen Linien beſtehen, genau unterſucht (Fig. 68).

Die Stacheln des Seeigels entſtehen durch eine allmählige Ablagerung von Schichten auf der äußeren Oberfläche, was durch die Unterſuchung der Structur derſelben klar wird, wenn man einen Längendurchſchnitt davon betrachtet. In Fig. 69, welche einen ſolchen Durchſchnitt darſtellt, ſieht man die Aufeinanderfolge von Lagen verzeichnet. Sie werden wahrſcheinlich durch die Membran, welche ſie während der ganzen Zeit ihres Wachsthumes umgibt, abgelagert. Es gibt vielleicht keine einzige Reihe von Thieren, welche auf eine ſo genau bezeichnete Weiſe die Stufenfolge zeigen, die die Natur bei dem Uebergang einer Conſtruction zu einer andern, ganz verſchiedenen, vermittelſt beſonderer Zwiſchenformen beobachtet hat, als die Echinodermen. Welche Geſtalten können verſchiedenartiger und offenbar weniger auf ein gemeinſames Princip zurückführbar ſeyn, als die des ſternähnlichen Seeſternes (Fig. 57), des kugelförmigen (Fig. 60), des lilienförmigen Pentacrinus oder der Seelilie (Fig. 63), und doch finden wir, daß ſie ſtufenweiſe ineinander übergehen. Wenn wir von dem Seeſtern mit fünf ſchmalen Strahlen, dem Prototyp der Aſterideen ausgehen, ſo finden wir bei andern Gattungen, daß jene Strahlen nach und nach an ihrer Baſis eine größere Breite gewinnen, daß ihre Seiten ſich unter ſtumpfern Winkeln vereinigen, und daß die Sternform nach und nach ausgelöſcht wird, und den Umriß eines Fünfeckes darſtellt, deſſen Seiten nach innen gebogen ſind (Fig. 58). Bald ſehen wir alsdann, wie auch dieſe Krümmung verſchwindet und in eine gerade Linie übergeht, ſo daß das Thier genau die Geſtalt eines Fünfecks bekommt. Die nächſte Veränderung beſteht darin, daß die Winkel dieſes Fünfecks verſchwinden, ſo daß ſie nach und nach ſich in eine mehr oder weniger runde Linie verwandeln; wobei jedoch

das Thier immer seine Flachheit beibehält. Dieses sieht man bei der Scutella (Fig. 59). Alsdann finden wir, daß die Dicke zunimmt (bei dem Spatangus), so daß zuerst ein ovaler Umriß entsteht und das Maul des Thieres in etwas seine Lage verändert. Am Ende kommen wir durch manche Zwischenstufen an den vollkommen kugelförmigen Echinus (Seeigel) (Fig. 60). Wenn uns gestattet ist, über die Zwecke aller dieser Veränderungen, welche wir in jener allmähligen Stufenreihe entdecken, unsere Ansicht auszusprechen, so möchten wir nicht ohne Grund annehmen, daß es die Concentration der innern Organe in eine compacte Masse, und das Zurückziehen aller äußerlichen Anhängsel war, was sie veranlaßte. Ebenfalls ist es sehr interessant, die Art und Weise zu beobachten, wie bei allen Veränderungen die doppelte Reihe von Löchern, welche die Ambulacra bilden, ihre Lage behalten, indem sie in fünf gleichweit von einander entfernten Linien von einem Ende des Körpers sich um denselben herumwinden, um zum andern Ende zu gelangen. Wenn wir zu den Seesternen zurückkehren, so können wir ebenfalls gradweise Veränderungen beobachten, die in einer ganz entgegengesetzten Richtung uns zu einer andern Reihe von Thieren hinführen, welche mit den vorigen in einem scharfen Contraste steht. Anstatt daß die Anhängsel, wie im vorigen Beispiele, sich zurückziehen, so finden wir im Gegentheile, daß sie äußerst entwickelt sind und in jedem möglichen Grade Verlängerungen und Erweiterungen gewonnen haben. Die Strahlen des Seesternes werden mehr und mehr schmaler, indem zugleich ihre Länge in demselben Verhältnisse zunimmt; die Organe des Lebens und zugleich die röhrenförmigen Füße werden nach und nach entzogen und verwandeln sich in eine Centralscheibe, so daß die dünnen Strahlen, die nun der Füße beraubt sind, bloße Anhängsel werden. Diese Bildung zeigt sich bei der Ophiura (Fig. 61). Wenn die Strahlen verlängert werden und sich zu dünnen Fäden ausspinnen, so bekommen sie die Fähigkeit, etwas anfassen zu können, und winden sich sehr leicht um ihre Beute. Darauf finden wir ihre Anzahl vergrößert, wo sie sich zuerst verdoppeln, dann verdreifachen und

zuletzt ſich ins Unendliche verzweigen. Sie bekommen ſpäter auch Aeſte, die ſich durch einfache Bifurcation theilen, wie wir dieß bei Euryale palmiferum (Fig. 62), dann in kleinere Verzweigungen, wie wir es bei dem Caput medusæ ſehen, wo Tauſende von Fäden das Anſehen von einem verwirrten Gewebe darbieten, welches jedem Verſuche, es zu entwirren, Hohn ſpricht. Von dem Meduſenhaupt geſchieht ein Uebergang zu den Crinoideen oder lilienförmigen Gebilden (von welchen Fig. 63 den Pentacrinus europæus darſtellt); dieſer Uebergang beſteht vornehmlich darin, daß zu dem Ganzen noch ein gegliederter Stiel hinzukommt, welcher von dem Mittelpunct, von welchem alle Strahlen ausgehen, ſich nach unten erſtreckt, und dazu dient, als ein gemeinſamer Stamm die ganze Maſſe zu unterſtützen, während die Aeſte ſelbſt ſich nach oben erſtrecken und nach einwärts falten. Das untere Ende des Fußgeſtelles iſt etwas breiter, um dem Thiere eine ſtärkere Baſis zu verleihen, wo dann die ganze Bildung deſſelben viel Aehnlichkeit mit einer lilienartigen Pflanze zeigt.

III. Capitel.

Mollusken.

§. 1. Ueber die Mollusken im Allgemeinen.

Da wir die thieriſchen Gebilde in einer Reihenſtufe betrachten, welche ſich auf die mechaniſchen Functionen derſelben bezieht, ſo kommen wir zunächſt auf die Mollusken. Die Mollusken ſind eine Thierclaſſe, welche zuerſt von Cuvier, dem größten Naturforſcher der neuern Zeit, als eine Abtheilung erkannt wurde, die eine der hauptſächlichſten in der ganzen Thierreihe iſt. Eine Menge von Gattungen, die alle einen gemeinſamen hervorſtechenden phyſiologiſchen Character haben, ſind in dieſer großen Claſſe begriffen. Bei allen iſt, wie dies ſchon der Name (Weich-

thiere) beſagt, der Körper von einer weichen Conſiſtenz, und mehr oder weniger vollkommen in eine muskelartige Hülle eingeſchloſſen, die man den Mantel nennt. Dieſer Mantel beſteht aus einer Lage von zuſammenziehbaren Faſern, welche mit den weichen und elaſtiſchen allgemeinen Bedeckungen verwebt ſind. In dieſem Mantel ſind Oeffnungen vorhanden, um die umgebende Flüſſigkeit dem Munde und den Reſpirationswerkzeugen zuzuführen und zugleich dem Kopf und dem Fuß, wenn nämlich dieſe Organe vorhanden ſind, den Ausgang zu geſtatten. Allein eine große Menge der Thiere, die dieſer Claſſe angehören, iſt kopflos (Acephala) und in dieſem Falle iſt der Mantel in Röhren verlängert, welche oft eine beträchtliche Länge haben und dazu dienen, das Waſſer in das Innere des Körpers zu führen. Mit Ausnahme weniger Individuen der höhern Ordnungen, ſind die Mollusken nur mit unvollkommenen Organen der Ortsbewegung verſehen. Und wirklich iſt die größere Anzahl derſelben vollkommen an einen Ort gebunden, wie die Zoophyten. Die Auſter, die Miesmuſchel und die Tellermuſchel z. B. hängen gewöhnlich auf dem Boden der See an den Felſen feſt und ſind daher, was ihre Nahrung betrifft, von denjenigen Futterſtoffen abhängig, welche zufällig durch die Wellen und Strömungen in ihr Bereich gebracht werden.

Dieſe beſtändige Verbindung mit dem feſten Körper, auf welchem ſie ihren Wohnort haben, findet aber erſt alsdann ſtatt, wenn ſie ein beſtimmtes Alter erreicht haben; denn am Anfange ihrer beſondern individuellen Exiſtenz, d. h. unmittelbar nachdem ſie ausgebrütet ſind, können ſie ſich frei im Waſſer bewegen und nach einem Wohnplatze umherſuchen. In dieſer Hinſicht zeigen ſie daher eine Analogie mit den Knospen der Schwämme und Polypen, welche nur in den erſten Stadien ihrer Entwickelung die Fähigkeit der Ortsbewegung beſitzen *).

*) Dieſe Analogie wird noch mehr durch den Umſtand beſtätigt, daß die Bewegungen mehrerer dieſer Thiere in den erſten Perioden ihrer Exiſtenz durch denſelben Mechanismus ſchwingender Cilien erzeugt wird, welche wir als Werkzeug der Ortsbewegung bei den Infuſionsthierchen und den jungen Polypen wahrgenommen haben. Dr. Grant, der die erſte Entwickelung der Eier von Buccinum undatum

Die Organisation der Mollusken ist ungeeignet für den Besitz eines innern Skelettes, daher hat die Natur dafür gesorgt, daß dem Zweck einer mechanischen Unterstützung und Beschützung durch die Bildung von harten kalkartigen Bedeckungen oder Schalen entsprochen werde, deren Erzeugung das Resultat eines besondern Lebensprocesses ist. Diese Schalen bestehen entweder aus einem oder mehreren Stücken; die verschiedenen Stücke werden ebenfalls Schalen genannt, so daß man von einschaligen, zweischaligen oder vielschaligen Muscheln spricht, womit man bezeichnet, daß sie ein, zwei oder mehrere Schalenstücke haben. Einschalige Mollusken haben mehr oder weniger eine Spiralform, und heißen alsdann gewundene Schalen. Bei einigen wird die Höhle der Schale durch quere Scheidewände in zahlreiche Abtheilungen getheilt. Einige Mollusken haben im Innern Schalen, welche zum Schutze und

beobachtet hat, fand, daß dieselben aus Gruppen von sphärischen gallertartigen Körperchen bestehen, welche auf einer Seite bald mit einer durchscheinenden Hülle bedeckt werden, die das Rudiment für die zukünftige Schale abgibt; auf der andern Seite aber dehnt sich die gallertartige Materie nach außen aus, so daß ein Rand für eine innere Höhle gebildet wird, deren Eingang mit schwingenden Cilien besetzt ist und in deren Innern man eine Durcheinanderbewegung von Theilchen wahrnimmt, welche die Bewegungen der Flüssigkeit anzeigen. Die Schwingungen dieser Cilien sieht man weit früher als man den Herzschlag bemerkt, und sogar ehe irgend eine Spur von diesem Organ sichtbar wird; sie sind daher in der That die ersten Lebenszeichen des Embryo. Ja, die Cilien sind sogar in Thätigkeit, ehe das Thier ausgeschlüpft ist; denn selbst dann schon, wenn es noch in dem Ei befindlich ist, bemerkt man, daß es sich immerwährend um seinen Mittelpunct herumdreht; eine Bewegung, welche dazu bestimmt zu sein scheint, daß eine immerwährende Erneuerung und Ein- und Ausströmung von Seewasser in dem Innern des Thieres entsteht, so daß dasselbe sich eine Schale bilden kann, ehe es in den Ocean ausgestoßen wird. Ebenfalls ist es möglich, daß die beständige Reibung der Cilien gegen die innere Oberfläche des Eies dazu dient, dasselbe abzureiben und für das junge Thier einen Durchgang zu öffnen. Sobald das Thier ausgeschlüpft ist, bewegt es sich sehr schnell mittelst der Bewegung seiner Cilien nach vorwärts. Dieselben Erscheinungen hat Dr. Grant gleichfalls bei den Jungen verschiedener Mollusken, wie bei Doris, Eolis ꝛc., welche keine Schalen haben, bemerkt. — Edinburgh Journal of Science, Vol. VII.

zur Unterstützung besonderer Organe dienen, und andere haben Schalen, welche zum Theil innen, zum Theil außen sich befinden. In Beziehung auf Gestalt, Farbe und sonstige Erscheinungen zeigen die Muscheln die allergrößte Verschiedenheit, ob sie gleich, wie wir sehen werden, alle aus demselben Material bestehen, und ihre Erzeugung so wie ihr Wachsthum denselben, sich vollkommen gleichbleibenden, Gesetzen unterworfen sind.

§. 2. Acephala.

Die Mollusken, welche in zweischaligen Muscheln wohnen, wie die Auster, die Miesmuschel und die Herzmuschel, sind alle kopflos und gehören daher zu den Acephalen. Die beiden Schalen der Muschel sind nach hinten zu durch ein thürangelförmiges Gelenk verbunden, welches oft sehr künstlich gebildet ist und zuweilen Zähne besitzt, welche ineinander greifen; jedoch ist der Mechanismus dieses Gelenkes bei verschiedenen Species sehr verschieden. Das Gelenk wird durch eine Substanz von der größten Festigkeit gesichert.

In Fig. 70 sieht man eine Abbildung von einem Gelenk dieser Art nebst dem starken Bande, das es befestigt; es gehört der Unio batava an. Dieses Band besteht aus zweierlei Geweben: das eine, welches nach außen zu sieht, ist blos sehnicht und durchaus unelastisch; das andere hat mehr die Eigenschaften eines Knorpels, ist außerordentlich elastisch und wird durch eine parallele Reihe von verdichteten Querfasern gebildet, welche von dem Gelenke der einen Schale zu dem entsprechenden Theile der andern gehen und meistens eine tiefschwarze Farbe haben, die mit einem perlenmutterartigen Glanz versehen ist. Jener Faserknorpel ist immer von dem Bande eingeschlossen, und steht zuweilen mit ihm in unmittelbarer Berührung, so daß er mit ihm eine und dieselbe Masse bildet. Zuweilen aber liegt er etwas entfernt davon, in einer dreieckigen Höhle zwischen den Zähnen des Charniers. Wenn die Schalen geschlossen werden, so muß in allen Fällen der Knorpel eine Zusammendrückung erleiden, seine Elasticität aber sucht die Schalen von einander zu entfernen und daher die Muschel zu öffnen.

Während des Lebens des Thieres ist der gewöhnliche und na-

türliche Zustand der Schale der, daß sie ein wenig sich öffnet, so daß der Ein- und Ausgang des für die Ernährung und Respiration nöthigen Wassers nicht verhindert wird. Jedoch, um das Thier vor Gefahr sicher zu stellen, war es nöthig, daß dasselbe mit Organen versehen wurde, mittelst deren Hülfe es die Muschel schnell verschließen und die Schalen in einem geschlossenen Zustande fest aneinander halten konnte.

Die Ausführung einer solchen Thätigkeit hängt blos von veranlassenden Umständen ab und erfordert eine bedeutende Kraft, daher mußte sie durch Muskeln bewirkt werden. Um dieß auszuführen, sind entweder blos ein einziger oder auch zwei, oder auch mehrere starke Muskeln vorhanden, deren Fasern von der innern Oberfläche der einen Schale bis zu der der andern gehen und beide auf das stärkste vereinigen. — Man nennt sie von ihrer Wirkung, welche darin besteht, die beiden Schalen einander näher zu bringen, Abductoren.

Wenn diese Muskeln nicht wirken, so ist die Elasticität des Faserknorpels, der am Charniere befindlich ist, hinreichend, die Schalen auseinander zu halten; allein, da es nur nöthig ist, sie auf einen gewissen Grad zu öffnen, so wurde erfordert, der Wirkung dieses Knorpels eine Gegenwirkung entgegenzusetzen. Man könnte allerdings sagen, daß der angeführte Muskel dazu diene, der Wirkung des Bandes entgegenzustreben; allein dazu wäre seine beständige Thätigkeit nöthig, welche in jedem Fall einen großen Aufwand von Lebenskraft erfordern würde. Die Natur hat aber stets dafür gesorgt, mit der Muskelkraft streng hauszuhalten, und wo immer ein Auskunftsmittel gefunden werden konnte, so hat sie es angewandt. Ein solches Auskunftsmittel hat sie auch hier benutzt, indem sie mit dem Muskel ein ganz eigenthümlich construirtes elastisches Band verband. Dieses Band hat eine Textur, welche dem Nackenbande sehr ähnlich ist, und welches dadurch, daß es an der Seite des Muskels, nahe an dem Charniergelenke, befestigt ist, die Muschelschalen verhindert, sich weiter als auf eine gewisse Distanz auszudehnen *). Wenn das Thier stirbt, so hört die Muskelkraft

*) Diese merkwürdige Bildung hat zuerst Dr. Leach in einer Abhand.

auf, aber das Band, mit welchem der Muskel in Verbindung steht, behält noch seine Elasticität und verhindert die Muschelschale, sich über einen gewissen Grad zu öffnen, und dies ist daher auch der Zustand, in welchem wir zweischalige Muscheln, die auf das Ufer geworfen worden sind, finden; nachdem das weiche Fleisch des Thieres herausgefallen ist oder herausgewaschen wurde, bleibt das Band und der Knorpel des Gelenkes in seinem vorigen Zustand *).

Das einfache Oeffnen und Schließen der Schaale reicht hin, das Thier vor Gefahr zu bewahren oder dasselbe in eine bequemere Lage zu bringen, wenn die Schale nämlich nicht an einem Felsen oder andern festen Körper befestigt ist. Diquemare hat schon längst die Bemerkung gemacht, daß die Auster sogar einige Fähigkeit sich zu bewegen hat, und zwar blos dadurch, daß, indem

---

lung, die der königl. Academie zu Paris vorgelesen wurde, beschrieben. Bulletin des sciences, 1818, p. 14. Siehe auch Gray im Zoological Journal, I, 219.

*) Die Pholas macht eine Ausnahme von dieser Regel; anstatt daß wie gewöhnlich ihre Schalen mittelst eines elastischen Bandes verbunden wären, stehen sie blos mittelst Muskeln mit einander im Zusammenhang. Diese Abweichung von der gewöhnlichen Structur hängt wahrscheinlich von den eigenthümlichen Verhältnissen ab, welche die Lebensweise des Thieres mit sich bringt, indem es sich Gänge durch harte Felsen gräbt. Daher ist dieses Thier mit einem zusammengesetzten Bohrapparat versehen, welcher mittelst mehrerer Muskeln in Bewegung gesetzt wird und die größte Freiheit in der Wirkung derselben verlangt. Fig. 71 zeigt die Muschel der Pholas candida in einem so weit als möglich auseinandergezogenen Zustand, so daß man das Charnier sieht, welches mittelst des Bandes (L) eine Verbindung hervorbringt; zugleich sieht man den langen und dünnen Fortsatz der Schale (P), mit welchem auf jeder Seite an seinem Ende ein Paar fächerförmige Muscheln verbunden sind, die besonders beim Bohren in Anwendung kommen. A A sind die beiden Adductoren, welche ohne Mitwirkung eines Bandes die Schalen zusammenhalten. Wer eine vollständige Beschreibung dieses Apparates wünscht, den verweise ich auf die Abhandlung des Mr. Osler über das Höhlengraben und Bohren der Seethiere, woher auch die Abbildung genommen ist. Siehe Phil. Trans. for 1826, p. 342.

dieſe Fäden einmal befeſtigt ſind, ſo hat das Thier, wie es ſcheint, nicht mehr die Fähigkeit, ſie los zu löſen oder zu zerreißen. Die flüſſige Materie, von welcher dieſelben gebildet werden, iſt ſo außerordentlich klebrig, daß ſie ſich auch an die glatteſten Körper feſt anlegt. Die Production der Fäden geſchieht jedoch ſehr langſam, denn es ſcheint, daß die Pinna nicht fähig iſt, im Verlauf von 24 Stunden mehr als 4, höchſtens 5 Fäden zu ſpinnen. Die Fäden, welche übereilt geſponnen werden, wenn nämlich das Thier in ſeinen Operationen geſtört wird, ſind dünner als diejenigen, welche es außerdem bildet. Reaumur, dem wir dieſe intereſſanten Beobachtungen verdanken, behauptet zugleich, daß die Steckmuſcheln von den früheſten Perioden ihres Lebens an die Kunſt beſitzen, dieſe Fäden zu bilden, denn er ſah, daß ſie dieſes zu einer Zeit ausübten, wo die Schalen, in die ſie eingeſchloſſen waren, nicht größer als ein Hirſekorn waren *). In Sicilien und andern Theilen des mittelländiſchen Meeres werden ſolche Fäden zu Handſchuhen und andern ſeidenartigen Manufacturwaaren verarbeitet.

§. 3. Gaſteropoden.

Diejenigen Mollusken, welche nur eine ſchneckenförmige Schale bewohnen, gehören zu der Ordnung der Gaſteropoden und ſind in ihrer Organiſation bei weitem höher entwickelt als die Acephalen. Der Theil, welcher die Function eines Fußes hat, iſt eine breite Ausdehnung fleiſchiger Subſtanz, welche beinahe die ganze untere Fläche des Thieres einnimmt und eine flache Scheibe bildet, welche zur Fläche ſich eignet, auf der ſich das Thier bewegt. Man ſieht dieſe Bildung ganz deutlich bei der Planorbis (Fig. 73 D); bei einigen Gattungen iſt dieſer Fuß gleich einer hervorſtehenden Gräte gebildet, welche einer Pflugſchaar ähnlich auf der Oberfläche, wo ſie ſich bewegt, ihren Weg einſchneidet. Die Muskelbündel, welche den hauptſäch-

*) Mémoires de l'académie des sciences, 1711, p. 118 bis 123. Poli behauptet, dieſe Fäden ſeien nichts anderes als getrocknete Muskelfaſern, eine Meinung, welche von Blainville angenommen wurde.

lichsten Theil desselben ausmachen, sind kurz und außerordentlich verwickelt miteinander verbunden. Das Ende aller Muskelfasern setzt sich an der die Scheibe umkleidenden Haut fest, so daß man, wenn das Thier kriecht, auf der Oberfläche der Scheibe eine wellenförmige Bewegung wahrnimmt. Die Wirkung dieser Muskelfasern ist folgende: verschiedene Theile der Oberfläche, auf welcher das Thier kriecht, werden nach und nach festgehalten und der entsprechende Theil des Thieres nachgezogen, so daß dasselbe langsam und gleichförmig dahingleitet. Man kann die Art, wie diese mechanische Wirkung ausgeführt wird, leicht beobachten, wenn man eine Schnecke über eine Glasscheibe hinkriechen läßt und die Bewegung ihres Fußes auf der andern Seite des Glases ansieht; wo die regelmäßigen Wellenbewegungen, welche in der Richtung des Fortkriechens, stattfinden und doppelt so schnell sind als die Vorwärtsbewegung, ein sehr interessantes Schauspiel darbieten.

Auf der Oberfläche des Fußes schwitzt gewöhnlich eine schleimige Flüssigkeit aus, die dazu bestimmt ist, die Adhäsionskraft bedeutend zu vermehren, sowohl wenn das Thier fortkriecht, als auch wenn es sich auf irgend eine Oberfläche fixirt. Bei der **Patella** oder der Napfschnecke wird die Adhäsion durch die konische Form der Schale bedeutend vermehrt; da die Basis cirkelförmig ist, so können die Muskeln der Scheibe, indem sie sich zurückziehen, unter dem Thiere einen luftleeren Raum bilden, so daß dasselbe nicht nur durch den hydrostatischen Druck der über ihm befindlichen Wassersäule, sondern auch durch den Druck der Atmosphäre, die über dem Wasserspiegel steht, angedrückt wird. Außer den Muskelbündeln, welche in der Substanz des Fußes enthalten sind, sind noch andere Lagen von Muskelfasern vorhanden, welche dazu dienen, das ganze Glied zurückzuziehen und nach verschiedenen Richtungen hin zu bewegen.

Der Fuß des **Buccinum undatum**, oder des Wellenhornes, kann mittelst vier Röhren, welche nahe am Schlunde ihre Mündung haben und eine große Quantität von Wasser aufnehmen können, bedeutend erweitert werden. Dadurch kann der Fuß eine größere Breite erhalten, als die Schale des Thieres selbst,

ſo daß die Oeffnung, welche derſelbe in den Sand macht, breit genug iſt, um die Muſchel aufzunehmen, wenn ſie durch die Zuſammenziehung derjenigen Muskeln, mittelſt welcher ſie mit dem Fuße in Verbindung ſteht, herabgezogen wird *). Der Fuß der Scyllæa iſt ausgehöhlt, damit das Thier fähig werde, ſich an den Stämmen und Zweigen der Seepflanzen zu befeſtigen und längs derſelben hinzugleiten.

Der Kopf der Gaſteropoden hat gewöhnlich röhrenförmige Fühlfäden, welche das Thier hervorſtreckt, um den Weg, den es zu gehen hat, zu fühlen, und welche es ſehr ſchnell durch Einſtülpung der Röhre zurückziehen kann, wenn dieſelbe berührt oder gereizt wird. Dieſer Mechanismus iſt ein Gegenſtand der allergewöhnlichſten Beobachtungen an den Fühlfäden oder Hörnern der verſchiedenen Arten von Schnecken, welche zu den auf der Erde lebenden Molluſken dieſer Ordnung gehören. Es gibt deren zweierlei, davon die Einen eine gewundene Schale von der gewöhnlichen Bildung beſitzen, die Andern aber, ob ſie gleich in ihrer innern Organiſation den vorhin genannten ſehr ähnlich ſind, keine äußere Schale haben, jedoch ſtatt dieſer im Innern des Körpers mit einem kleinen knorpelartigen Plättchen verſehen ſind, welches einigen Lebensorganen des Thieres Unterſtützung gewährt.

§. 4. Von der Structur und Erzeugung der Schalen der Molluſken.

Die Structur und Erzeugung der Schalen molluskenartiger Thiere, iſt einer der intereſſanteſten Gegenſtände der vergleichenden Phyſiologie, indem hier manches ſchöne Geſetz entwickelt wird, welches dem Wachsthume unorganiſcher Theile in dem lebenden Organismus zu Grunde liegt.

Alle Schalen ſind aus zwei Beſtandtheilen gebildet, deren einer kohlenſaurer Kalk iſt, der andere aber gänzlich den Character thieriſcher Subſtanz an ſich trägt und in Abſicht auf ſeine chemiſchen Eigenſchaften, dem Eiweis oder der Gallerte ähnlich

*) Osler, Phil. Trans. for 1826, p. 353.

ist. Die Art und Weise, auf welche diese beiden Theile vereinigt sind, sowie die Natur des organischen Theiles derselben, ist bei verschiedenen Gattungen von Schalen verschieden, und vornehmlich hievon hängt die Eintheilung derselben in zwei Classen ab, nämlich in häutige und porcellanartige Schalen.

Bei Schalen, welche zu der ersten dieser Klassen gehören, ist der kohlensaure Kalk mit einer hautartigen Substanz verbunden, die in Blättern angelagert ist, welche sowohl durch mechanische Trennung, mittelst eines scharfen Instrumentes, als auch durch die langsame Einwirkung der Luft, des Wassers oder chemischer Agentien auseinandergebracht werden können. Die Schalen der Napfschnecke, der Auster, und der meisten größeren zweischaligen Mollusken, welche in dem Ocean leben, sind von dieser Art. Sie sind gewöhnlich mit einer dicken äußeren Haut oder epidermis bedeckt, und haben durch ihre ganze Masse ein gröberes Korn als andere Muschelschalen.

Wenn man eine solche Muschel in eine Säure bringt, welche den kohlensauren Kalk auflösen kann, wie verdünnte Salzsäure oder Salpetersäure, so entsteht zuerst ein heftiges Aufbrausen, das sich jedoch bald vermindert; der kohlensaure Kalk, der in der Schale enthalten ist, wird nach und nach aufgelöst, die membranartigen Plättchen bleiben zurück, behalten aber noch so viel Zusammenhang unter einander, daß sie die Gestalt der Schale zeigen. Nachdem sie das erdige Material, das ihnen Härte verlieh, verloren haben, nehmen sie aber ihre natürliche Gestalt, nämlich die weicher und biegsamer Plättchen an.

Viele Muscheln dieser Art haben auf ihrer inneren Oberfläche einen silberartigen oder regenbogenfarbigen Glanz.*)

Diese Bildung wird durch die außerordentliche Zartheit, Durchsichtigkeit und regelmäßige Anlagerung der membranartigen Schichten hervorgebracht, welche in Verbindung mit dem kohlensauren Kalk jenen Theil der Oberfläche der Schale bilden. Die Ober-

*) Beispiele eines solchen Perlenmutterglanzes, wie man ihn genannt hat, kommen in den Schalen der Haliotis oder des See-Ohres und in denen des Anodon (Süßwassermuschel) vor.

fläche, welche auf dieſe Weiſe einen perlenartigen Glanz erhielt, hielt man früher für eine beſondere Subſtanz, welcher man den Namen Perlenmutter gab, indem man glaubte, daß ſie das Material ſey, aus dem die Perlen entſtehen. Es iſt freilich wahr, daß die Perlen in der That aus denſelben Materialien beſtehen, und dieſelbe blättrige Structur haben, wie die Schalen dieſer Art; denn ſie beſtehen aus ſehr dünnen, concentriſchen, membranartigen Plättchen, zwiſchen denen kohlenſaurer Kalk liegt, und oft ſind ſie um einen Kern oder einen in ihrer Mitte befindlichen Körper gelagert; allein Sir David Brewſter hat auf das Genaueſte dargethan, daß die Regenbogenfarben, welche die Oberfläche derſelben zeigen, nur die Wirkung paralleler Grübchen ſind, welche von der regelmäßigen Anlagerung der verſchiedenen, in der Schale abgeſetzten, Schichten herkommen *). Die Bildung dieſer Gruben oder Streifen, ſieht man ſtark vergrößert in Fig. 74. **) Dieſe Eigenſchaft, Regenbogenfarben zu werfen, kann man dem Schellack, dem Siegellack, dem arabiſchen Gummi, dem Tolubalſam, oder irgend einem ſchmelzbaren Metall mittheilen, wenn man einen genauen Abdruck mittelſt einer dieſer Subſtanzen von der Perlenmutter nimmt ***).

Porcellanartige Muſchelſchalen haben eine einförmigere und compactere Textur als die der vorigen Claſſe. Die thieriſche Materie, welche den kohlenſauren Kalk verbindet, iſt nicht in

*) Philosophical Transactions for 1814, p. 397.

**) Man ſehe auch über dieſen Gegenſtand die Herſchel'ſche Abhandlung, aus welcher dieſe Figur genommen iſt, in dem Edinburgh Philosophical Journal, II. 114.

***) Wenn dieſe Schalen zu Grunde gehen und in Stücke zerfallen, ſo trennen ſie ſich in zahlreiche dünne perlmutterartig glänzende Plättchen. Die kleinen Plättchen, welche ſich auf dieſe Weiſe von der Placuna erhalten werden, werden von den Chineſen dazu angewandt, um bei ihren Aquarell-Malereien die Wirkung des Silbers hervorzubringen. Proben von dieſem Pulver, welche nach England gebracht wurden, wurden ebenfalls zu dieſem Zwecke verwandt (Gray; Phil. Trans. for 1833, p. 794.)

so großer Menge vorhanden, und hat keine so deutlich schichtenförmige Anordnung; allein sie ist mit den erdigen Theilchen gleichmäßiger verbunden, für welche sie eine Art von Kitt zu seyn scheint; sie verbindet dieselben zwar sehr innig, hat aber selbst keine bedeutende Cohäsionskraft. Die Cypräa und Voluta sind Beispiele von porcellanartigen Schalen.

Bei Muschelschalen dieser Art nimmt der kohlensaure Kalk mehr oder weniger eine krystallinische Bildung an. Zuweilen sind die kleinen Krystalle in Form von Rauten, zuweilen in Form von Prismen angelagert. In dem ersten Fall bestehen sie aus drei bestimmten Lagen, was man am Besten sehen kann, wenn man irgend eine der spiralförmigen einschaligen Muscheln durchschneidet, oder sie einfach nach verschiedenen Richtungen hin zerbricht. Jede Lage besteht aus sehr dünnen Platten, welche durch schiefe Linien bezeichnet sind, die die Direction der krystallartigen Fasern anzeigt *). Die Richtung der Lagen und Fasern wird ebenfalls deutlich, wenn man den Bruch bei verschiedenen Stücken genau betrachtet. Die Plättchen der äußern und innern Lage haben immer ihre Richtung von der Spitze des Kegels an gegen die Basis zu, so daß sie der Richtung der Schneckenform folgen; im Gegentheile aber gehen die Fasern der dazwischen liegenden Schichte in der Richtung von concentrischen Ringen um den Kegel herum, parallel mit seiner Basis. Auf solche Weise stehen die Fasern einer jeden Lage mit den Fasern der Lage, die mit der vorigen zusammengrenzt, unter rechten Winkeln in Verbindung; eine Anordnung, welche ganz außerordentlich gut darauf berechnet ist, der Muschel die gehörige Stärke

*) Man kann diese Linien und ihre Anordnung in der Zeichnung Fig. 75, welche einen Durchschnitt einer auf diese Weise gebauten Muschel darstellt, abgebildet sehen. A ist die äußere Lage deren Fasern schief herabwärtsgehen. B ist die mittlere Lage, deren sofern unter rechten Winkeln mit den vorigen vereiniget sind. C ist die dritte oder innere Lage, deren Fasern eine der äußern Lage ähnliche Richtung haben. Innerhalb dieser Lage findet man häufig Ablagerungen von einer harten durchscheinenden und augenscheinlich homogenen kalkartigen Materie (D.) Von dieser letztern Substanz, werde ich gelegentlich weiter unten sprechen.

zu geben, indem dadurch allen Kräften, welche sie zu zerbrechen streben, nach allen Richtungen hin eine bedeutende Cohäsion entgegengesetzt wird. Wir finden hier, daß ein Princip, welches erst in den letzteren Jahren recht erkannt und auf den Bau der Schiffe angewandt wurde, nämlich die diagonale Anordnung des Hauptgerüstes und die schiefe Stellung des Zwischengebälkes, von der Natur schon längst bei dem Bau dieser Muscheln beobachtet worden ist.

Wenn die Crystalle eine prismatische Form haben, so sind die Fasern kurz, auf der Oberfläche ist ihre Richtung perpendikulär und die Prismen sind gewöhnlich sechseckig. Diese Bildung findet man bei der Teredo gigantea von Sumatra *) und gleicher Weise bei manchen zweischaligen Muscheln, wie bei denen, welche zu den Gattungen Avicula und Pinna gehören.

Wenn porcellanartige Muschelschalen der Wirkung von Säuren, die sie auflösen, ausgesetzt werden, so entsteht ein beträchtliches und längere Zeit andauerndes Aufbrausen, weil der geringe Antheil von thierischer Materie der Auflösung nur einen schwächeren Widerstand entgegensetzt. Die Auflösung des kohlensauren Kalkes geht auch darum schnell von Statten, weil die thierische Substanz sich rasch durch die Einwirkung der Säure zersetzt und zum Theil aufgelöst wird. Was davon zurückbleibt, reducirt sich auf kleine Fragmente, welche in Form von Flocken oder Blättchen auf dem Boden der Flüssigkeit sitzen bleiben. Poli hat eine genaue und sorgfältige Beschreibung dieser Membran-Fragmente, wie sie unter dem Microscop erscheinen, gegeben **).

Der Unterschied zwischen diesen beiden verschiedenen Arten der Textur der Muschelschalen, wird ferner durch die Wirkung, welche das Feuer auf dieselbe macht, ins Licht gesetzt. Wenn man die porcellenartigen Schalen einer Rothglüh-Hitze aussetzt, so geben sie weder einen Geruch noch einen Dampf von sich;

*) Bei dieser Muschelschale ist die krystallinische Bildung so vollkommen, daß man Fragmente davon, welche nach England kamen, für mineralische Producte gehalten hat. (Home; Lectures, I. 53.)

**) Siehe sein Werk über die Testaceen beider Sicilien.

sie verlieren zwar ihre Farbe, behalten aber ihre Gestalt ganz unverändert bei. Membranartige Schalen hingegen, geben einen sehr starken stinkenden Geruch von sich, und werden schwarz; bei fortgesetztem Feuern trennen sich die Plättchen und die ganze Schale zerfällt in Stücke.

Diese Verschiedenheit in der Zusammensetzung und Structur der verschiedenen Arten von Muschelschalen, ist mit entsprechenden Modificationen ihrer mechanischen Eigenschaften verknüpft. Die Zähigkeit der fibrösen Basis der membranartigen Schalen, theilt diesen eine größere Festigkeit mit, als die porcellanartigen haben, welche ihrerseits in Folge der geringeren und einförmigeren Vermischung des thierischen Cementes mit kalkartigen Theilchen härter und durchscheinender, aber zugleich zerbrechlicher sind. Diese Eigenschaften, verbunden mit einer glatten, emailleähnlichen Oberfläche, die häufig mit den glänzendsten Farben versehen ist, gibt den letzteren das Ansehen von Porzellan, daher sie auch ihren Namen haben.

Wenn die Durchsichtigkeit und Zerbrechlichkeit dieser Muschelschalen sehr groß ist, so bringt man sie unter eine andere Classe, und nennt sie glasähnliche Schalen, weil sie dem Glase ähnlicher sind. Einige Schalen zeigen eine vermischte Bildung zwischen dem membranartigen und porcellanartigen.

Alle Oberflächen der Schalen an ihrer äußeren Seite, welche mit keinem Theile des Thieres in Berührung stehen, sind mit einer Oberhaut bedeckt, welche jedoch häufig abgerieben wird *).

Vor den Untersuchungen von Reaumur, der den ersten Grund zu einer Theorie über diesen Theil der vergleichenden Physiologie legte **), war die Art und Weise, wie die Schalen der Mollusken gebildet und vergrößert werden, sehr unvollkommen bekannt. Seine auf Experimente gestützten Untersuchungen haben die beiden folgenden allgemeinen Thatsachen ins Licht gesetzt. Erstens: daß das Wachsthum einer Muschelschale blos

*) Diese Haut hat man periostracum genannt.

**) Mémoire de l'académie des Sciences, 1709, p. 367 und 1716, p. 303.

das Resultat von nach und nach erfolgenden Anlagerungen ist, welche auf ihrer Oberfläche Statt finden; und zweitens, daß die Materialien, welche eine jede Lage, die auf diese Weise entsteht, bilden, von jener organischen fleischigen Substanz herkommen, welche er die Haut des Thieres nannte, die aber nun unter dem Namen des Mantels bekannt ist, und daß diese Ablagerung durchaus nicht mittelst Gefäßen oder anderen organischen Einrichtungen, welche dem Schalthiere selbst angehören, bewirkt wird.

Wenn z. B. ein Theil der Schale einer lebenden Schnecke hinweggenommen wird, was ohne Verletzung des Thieres geschehen kann, so entsteht in dem Verlaufe von 24 Stunden, da, wo das Fleisch mit dem Reste der Schale in Verbindung steht, ein feines Häutchen, das einem Spinnengewebe ähnlich sieht, und sich über den leeren Raum ausdehnt, so daß es die erste Lage der neuen Schale wird. Man findet, daß dieses Gewebe dadurch, daß auf die innere Fläche desselben andere Lagen ausgesetzt werden, verdickt worden ist, und zehn oder zwölf Tage nachher, hat durch diesen Proceß der neue Theil der Schale beinahe dieselbe Dicke erlangt, als der alte. Die Lage desselben aber ist nicht genau die gleiche, denn er befindet sich etwas tiefer als die daneben liegenden Theile der Schale. Die zerbrochenen Enden der letzteren bleiben unverändert, und haben offenbar an der Bildung der neuen Schale, deren Materialien ausschließlich durch den Mantel geliefert wurden, keinen Antheil. Reaumur bewies dieses dadurch, daß er durch die Oeffnung zwischen den Mantel und die alte Schale gerade unter die zerbrochenen Enden ein Stück Leder brachte. Das Resultat davon war, daß auf der äußern Seite des Leders keine Schale entstand, aber die innere derselben mit Schalenmaterie austapezirt wurde.

Die kalkartige Materie, welche bei diesem Vorgang aus dem Mantel ausschwitzt, ist zuerst flüssig und klebrig, aber bald erhärtet sie, und verdichtet sich zu der harten Substanz, die der Schale eigen ist. Die Theilchen kohlensaurer Kalk werden entweder mit einem flüssigen thierischen Elemente, das sie

zu einer harten und dichten porcellanähnlichen Substanz vereinigt, gleichmäßig gemischt; oder sie werden in eine Schichte von membranartiger Textur abgesondert, so daß sie die Eigenschaften einer harten und elastischen Platte gewinnen. Dadurch wird die blättriche Structur, welche viele Schalen dieser Klasse, wie z. B. die Austerschalen besitzen, erklärt. Die einzelnen Lagen derselben können leicht von einander getrennt werden, indem sie blos auf einander geklebt sind, wie die Blätter, welche einen Pappendeckel bilden.

Die Naturforscher haben lange geglaubt, daß kein Theil einer Schale, welche einmal gebildet und verhärtet ist, durch die Kräfte des Thiers, das dieselbe gebildet hat, eine Veränderung erleiden könne; allein ich muß sagen, daß nach meiner Meinung gegen die Wahrheit dieser Theorie, Gray eine sehr richtige Ansicht aufgebracht hat *).

Eine große Menge von Thatsachen beweist zur Genüge, daß in vielen Fällen das molluskenartige Thier eine Rückbildung in vielen Theilen seiner Schale bewerkstelligen kann, wenn diese seinem Wachsthume im Wege stehen, oder ihm auf andere Weise unbequem sind. Wir müssen dieß aber als eine Ausnahme von der gewöhnlichen Regel betrachten, nach der ein Theil der Schale, der einmal gebildet ist, ohne Veränderung bleibt, obgleich er immer mit dem Thiere, das die Schale gebildet hat, in Verbindung steht. Ueberhaupt müssen wir die Verbindung zwischen dem Thiere und der Schale eher als eine mechanische, denn als eine organische betrachten; und die Schale selbst für einen äußeren unorganischen Körper ansehen, der keinen Theil an dem lebenden Organismus hat; denn, wenn man auch annehmen wollte, daß sie in dem Augenblicke der Ablagerung einige Lebenskraft gehabt habe, so verliert sie doch bald jede Spur dieser Eigenschaft. Uebereinstimmend damit findet man, daß die Höhlungen, welche durch parasitische Würmer in den Schalen gemacht werden, niemals ausgefüllt werden, eben so wenig als die Oeffnungen dieser

*) Philos. Transactions for 1833, p. 796, et seq.

Höhlen, bedeckt werden, es sey denn, daß das lebende Fleisch der Thiere verwundet worden ist. In diesen Fällen entsteht eine Ausschwitzung von kalkartiger Materie, welche die Bildung einer perlenartigen Ablagerung zur Folge hat. Abgenützte Ränder, Brüche und Verwundungen anderer Art, denen die Schalen unterworfen sind, werden niemals wieder erzeugt, ausgenommen, wenn diese Erzeugung durch Ablagerung von Materialien geschehen kann, die von secernirenden Theilen des Mantels herkommen. Man hat gefunden, daß Muschelschalen mit giftigen metallischen Salzen imprägnirt werden können, z. B. mit Kupfersalzen, ohne daß das Thier, das in ihnen eingeschlossen ist, irgend einen Schaden litte.

Die Fähigkeit, das Material der Schale zu secerniren, dehnt sich in den meisten Fällen nicht auf die ganze Oberfläche des Mantels aus, sondern ist gewöhnlich auf den Theil beschränkt, der am nächsten am Rande liegt, und der Kragen genannt wird. Die kalkartige Substanz wird immer unter der Oberhaut ausgeschwitzt *), d. h. zwischen der äußersten Lage der allgemeinen Bedeckungen und der unter diesen befindlichen Lederhaut, welche mit dem Mantel in Verbindung steht, und als ein und dasselbe Organ betrachtet werden kann **).

Die Gestalt der Schalen hängt von der Ausdehnung der Lage und der eigenthümlichen Form des secernirenden Organes ab. Bei seinem Ausschlüpfen aus dem Ei hat das Thier bereits

*) Gray betrachtet die äußere Membran der Schale oder die Epidermis als gebildet durch das äußere Ende der Plättchen thierischer Substanz, welche beinahe ohne irgend eine kalkartige Materie und unter einander zu einem membranartigen Ueberzug verbunden sind.

**) In manchen Fällen hat auch der Fuß die Fähigkeit zu secerniren, wie man bei einigen Gasteropoden sieht, wo er einen Deckel bildet, welcher kalkartig ist, und die Mündung der Schale bedeckt. Gray behauptet auch, daß bei der Cymbia, bei der Oliva und bei der Ancillaria die Schale sehr wahrscheinlich durch die untere Oberfläche des Fußes secernirt und abgesetzt wird. Denn bei diesen Thieren ist der Fuß sehr breit, der Mantel aber sehr schmal und geht nicht über den Rand der Mundöffnung hinaus. (Phil. Trans. for 1833, p. 805.)

einen kleinen Theil seiner Schale gebildet; das einfachste Beispiel davon ist, wo dieses Schalenrudiment in einer concaven Scheibe besteht.

Man kann annehmen, daß das Thier, welches mit seinem Mantel bedeckt ist, den Rand dieses Organes ausbreitet und ihn über den Rand seiner Schale ausdehnt, wo alsdann eine neue Lage von Schalenmaterie erzeugt wird. Diese neue Lage, wird an einer innern oder concaven Oberfläche der alten Schale befestigt, und kann sich mit der Zeit in Absicht auf Umfang ausdehnen. Dasselbe findet bei den nachfolgenden Ablagerungen Statt, von welchen eine jede größer ist als die vorhergegangene, so, daß sie dieselbe in einem Cirkel umgibt. Die ganze Reihe dieser konischen Lage bildet einen zusammengesetzten größeren Kegel, dessen äußere Oberfläche Querlinien zeigt, welche die auf einander folgenden Ablagerungen von Schalenmaterie, die während des Wachsthums entstanden sind, zeigen. Die **Patella** oder die Napfschnecke ist ein Beispiel einer solchen Bildung.

Jedoch geht bei weitem bei der größeren Anzahl derjenigen Mollusken, welche nur eine einzige Schale bewohnen, die Bildung und Ablagerung des erdigen Materials nicht wie in dem gegebenen Beispiele gleichmäßig auf allen Seiten vor sich. Wenn das Wachsthum nur an dem vordern Theile des Mantels Statt findet, so entsteht nothwendiger Weise durch die immerwährende Einbiegung desselben eine Spiralform, in welcher die Gewinde auf einer und derselben Ebene liegen; dieß ist der Fall bei **Planorbis**, bei der **Spirula** und dem **Nautilus** (Fig. 73). Viel häufiger aber findet die Ablagerung der Schalenmaterie auf der Seite Statt, wie bei **Buccinum** und **Achatina**, wo zugleich die Ablagerung auf einer Seite stärker ist, als auf der andern; daher steigen die Windungen, die dadurch entstehen, je mehr sie nach vornen kommen, destomehr herab, so daß eine Curve entsteht, welche immerwährend ihre Ebene verändert, und von einer Spirallinie in eine Schneckenlinie übergeht. Fig. 76, welche die Schale der **Achatina Zebra** darstellt, kann als Beispiel dieser Bildungsweise dienen. Die Achse, um welche sich die Schnecke dreht, heißt **columella** und die spiralförmigen

Windungen, welche um diese Säule herumgehen, heißen Wirbel. Die Lage des Herzens und der großen Blutgefäße, in Bezug auf die Schale, sind die Ursache, daß die linke Seite des Mantels thätiger ist als die rechte, so daß die Seitenwindungen von der Linken zur Rechten gehen. Es gibt indessen einige wenige Gattungen, wo das Herz auf der rechten Seite liegt, und daher auch die Windungen der Spirallinie gegen die linke hingehen. Solche Schnecken wurden linke oder verkehrte Schnecken genannt; jedoch kommen diese verkehrten Windungen selten bei den Schalen der Land- oder Süß-Wasser-Mollusken vor.

Aus dieser Art der Bildung geht hervor, daß die Spitze sowohl des einfachen, als auch des spiralförmig gewundenen Kegels, der Theil ist, welcher zuerst gebildet wurde, und zugleich, das der das junge Thier in dem Moment seines Ausschlüpfens aus dem Ei umhüllte. Dieser Theil kann insgemein durch seine Farbe und Gestalt von den auf ihn folgenden unterschieden werden. Die späteren Windungen, welche das Thier während seines Wachsthums macht, werden mehr und mehr größer, je weiter sie sich von der Spitze entfernen, und bilden daher Gradweise eine weitere Basis. Während des Wachsthumes des Thieres, verläßt, indem der Körper sich gegen die Mündung der Schale hin ausdehnt, das hintere Ende desselben häufig die erste Spiralwindung und nimmt eine andere Lage ein, als es ursprünglich hatte. In diesen Fällen wird die Höhlung, welche an der Spitze der Spirallinie ist, mit fester kalkartiger Materie ausgefüllt, welche eine Härte besitzt, die der des Marmors gleich kommt.

So ist im Allgemeinen die Bildung der gewundenen Schalen. Es kommt aber, wie bei der kegelförmigen Form, zuweilen der Umstand vor, daß das obere Ende der Spirallinie kaum die Oberfläche der ursprünglichen Schale überschreitet, welche bei der vorigen Form die Spitze genannt wurde; indem die unteren Theile der Spirale schnell nach unten sich wenden und dadurch einen spitzigen Fortsatz bilden; alsdann ist das Ganze noch immer zwar ein Conus, der aber den

vorigen einschließt; da der zuletzt gebildete Theil die äußere Oberfläche desselben und den Umkreis der vorhandenen Basis oder flachen Oberfläche, von welcher der Centraltheil zuerst gebildet worden ist, bedeckt.

Es kann verschiedene Ursachen geben, welche die Regelmäßigkeit des Ablagerungs-Processes, durch welchen die Dimensionen der Schale erweitert werden, stören; indem sie das Wachsthum derselben entweder beschleunigen oder aufhalten, oder gänzlich hemmen. Diese Unregelmäßigkeiten bringen entsprechende Unebenheiten auf der Oberfläche der Schale hervor, wie z. B. Querlinien oder Streifen. Sobald irgend eine Anhäufung der Materialien eine augenblickliche schnellere Ausdehnung des Wachsthums hervorruft, welche aber ihrerseits sich wieder schnell verliert, so entsteht in der Richtung des Randes, zu der Zeit, wo dieß vorgeht, ein hervorragender Streifen. Diese Veränderung kehrt sehr häufig in regelmäßigen Perioden wieder, so daß diese Streifen, oder wie man sie auch genannt hat, Rippen, in bestimmten Distanzen im Verlaufe der spiralförmigen Windungen vorkommen.

Nicht selten geschieht es, daß in verschiedenen Theilen des Mantels eine plötzliche Entwicklung Statt findet, in deren Folge sich dieselben in lange schmale Fortsätze ausdehnen. Jeder Theil der Oberfläche dieser Fortsätze hat die Eigenschaft, Schalenmaterie zu secerniren, so daß derjenige Theil der Schale, welchen sie bilden, um jeden fleischigen Fortsatz herum sich verhärtet und zuerst die Gestalt einer, an ihrem Ende geschlossenen, Röhre haben muß. Da frische Ablagerungen aus der secernirenden Oberfläche entstehen, welche sich in dem Inneren der Röhre befindet, so wird der innere Raum durch diese Ablagerungen ausgefüllt. Die Fortsätze des Mantels ziehen sich nun mehr und mehr gegen die Achse der Röhre zurück, und nach einer gewissen Zeit ist die Höhle derselben obliterirt, und der Fortsatz der Schale wird vollkommen solid. Dieser Art ist der Ursprung so mancher sonderbar hervorragenden Kegel oder Stacheln, welche einige Schalen darbieten, und welche während des Wachsthums auf der äußeren Oberfläche derselben periodisch sich erheben. Bei

Murex sind diese Fortsätze oft außerordentlich zahlreich und kommen in regelmäßigen Zwischenräumen vor, mancherlei Formen bildend. Bei vielen Schalen des Geschlechtes Strombus, besitzen diese Stacheln eine große Länge und sind an der Peripherie der Basis, rings um die Schale herum, angelagert, zuerst röhrenförmig, nachher aber, je nach der Periode des Wachsthums, fest. So verhält es sich bei der Pterocera scorpio (Lamarck).

Die Natur hat dem Wachsthum der Mollusken gewisse Grenzen gesetzt, und ebenso dem der Schalen, welche sie bilden. Es bezeichnet immer eine gewisse Epoche ihres Lebens, wenn in der Form ihres Mantels und in seinen Secretionskräften beträchtliche Veränderungen vorkommen. Wir finden häufig, daß sich derselbe schnell zu einer breiten Oberfläche ausdehnt, und alsdann der Schale das verleiht, was man eine breite Lippe nennen kann. Zuweilen kommt es nicht weniger häufig vor, daß derselbe Theil wieder zusammenschrumpft und daher der Mantel einen ganz kleinen Platz in der Schale einnimmt, ohne jedoch mit der Bildung kalkartiger Schichten aufzuhören, welche alsdann dem entsprechenden Theile der Schale eine bei weitem größere Dicke verleihen, zu gleicher Zeit aber die Oeffnung derselben verkleinern und ihre allgemeine Gestalt und ihr Aussehen wesentlich verändern. Daher kommt es, daß Schalen eines jungen und eines alten Individuums derselben Species sehr verschieden sind, und das Ansehen haben, als gehörten sie nicht zu der Familie derselben Mollusken. Dies ist auf eine sehr auffallende Weise bei der Cypraea oder der Porcellanschnecke der Fall, welche in den früheren Zeiträumen ihres Lebens (Fig. 77) die gewöhnliche Form einer länglicht gewundenen Schnecke hat, aber durch den eben beschriebenen Vorgang, der in einer bestimmten Periode eintritt, auf eine solche Weise verändert wird, daß die Mündung der Schale (wie man in Fig. 78 sieht), außerordentlich schmal wird, und daß die Ränder der Oeffnung mit kleinen zahnförmigen Streifchen versehen werden, welche von entsprechenden Fortsätzen des Mantels herkommen *). Allein in diesem Beispiele

*) Aehnliche Veränderungen kommen in den Schalen der Ovula,

bleibt die Veränderung dabei nicht stehen, denn beide Ränder des Mantels breiten sich bald wieder mehr aus und schlagen sich über die äußere Oberfläche der Schale zurück, bis sie sich an dem obern converen Theile oder dem Rücken der Schale begegnen, wo sie das bilden, was man die Dorsallinie nennt. Sie setzen hier eine dichte und außerordentlich polirte Schalenmaterie ab, welche sehr schön mit bunten Flecken gefärbt ist, welche ähnlichen Flecken, die sich auf der Oberfläche des Mantels vorfinden, aufs Genaueste entsprechen. Diese neue Platte, welche die ursprüngliche Schale vollkommen einhüllt, gibt ihr eine neue, ihren früheren Character verändernde Bedeckung *).

Veränderungen, welche nicht weniger auffallend sind, ereignen sich nach den hierüber angestellten Beobachtungen auch im Innern der Muschelschale, in den verschiedenen Stadien des Wachsthumes. Auf der inneren Oberfläche der Mitra, der Voluta und anderer ähnlicher Arten von Muscheln wird eine Lage von einem harten, halbdurchsichtigen, kalkartigen Material abgesondert, welches ein glasähnliches Aussehen hat **). Die Dicke der Lage, welche die Höhlung der Schale auskleidet, nimmt gegen die Spitze immer mehr zu, und dort, wo die Schale eine spiralförmig gewundene und sehr verlängerte Gestalt hat ***), füllt diese Ablagerung den obern Theil derselben, welcher in dem früheren Lebens-

---

Erato und Marginella vor. Gray, Phil. Transact. für 1833, p. 792.

*) Wenn man den Angaben von Bruguiere Glauben schenken will, so kann man annehmen, daß das Thier der Cypraea, wenn es auf die oben beschriebene Art seine Schale vollendet hat, dennoch fortfährt zu wachsen, und wenn es nicht genug Raum in ihr vorfindet, dieselbe verläßt, um sich eine andere zu bilden, welche für seine größeren Dimensionen besser paßt. Es scheint angenommen werden zu können, daß dasselbe Individuum fähig ist, mehrere Schalen zu bilden. Blainville aber hält es für unmöglich, daß das lebende Thier seine Schale verlassen könne. Malacologie p. 94.

**) Diese glasartige Materie ist in Fig. 85, D abgebildet.

***) Wie in den Gattungen Turritella, Terebra, Cerithium, und Fasciolaria.

alter des Thieres nur ein hohler Raum mit dünnen Seitenwänden war, vollkommen aus. Die Absicht, welche die Natur durch diese Ablagerung hatte, war offenbar die, einem Theile, der durch die Einwirkung der bewegten See außerordentlich leicht hätte zerbrochen werden können, wenn er in seinem ursprünglichen Zustande geblieben wäre, Festigkeit und Härte zu verleihen.

In andern Fällen sind wieder andere Hülfsmittel angewandt worden. Statt, daß das Thier das Innere der Spitze seiner Schale auf die angegebene Weise befestigt, zieht es schnell seinen Körper von diesem Theile weg, und bildet sich quer durch die Höhle eine Scheidewand oder Abtheilung, so daß der Theil des Körpers, den es weggezogen hatte, geschützt wird. Derjenige Theil der Schale, welcher auf diese Weise seinem Schicksale überlassen wird, ist sehr dünn und zerbrechlich, und geht auch schnell zu Grunde, weil er innerlich keine Stütze hat; dadurch entsteht das, was man eine geköpfte Muschel nennt. Beispiele dieser Art sind das **Cerithium decollatum** und **Bulimus decollatus** ꝛc. Die Jungen des Geschlechtes **Magilus** haben eine außerordentlich dünne Schale von crystallinischer Textur, allein wenn das Thier seine vollkommene Größe erreicht und in einer Coralle sich eine Wohnung ausgesucht hat, so füllt es die Höhlung seiner Schale mit einem glasartigen Material aus, so daß ihm für seinen Körper nur ein kleiner Raum übrig bleibt. Es erhält dadurch seinen Körper mit der Spitze der Koralle, auf der es in einer Ebene befestigt ist, in Verbindung, bis die ursprüngliche Schale ganz mit glasartiger Materie ausgefüllt ist.

Die Formen vom **Conus** und **Oliva** sind von der Art, daß sie den Windungen des Körpers der Thiere nur einen kleinen Raum darbieten, so daß diese bei fortschreitendem Wachsthume außerordentlich beschränkt werden müssen. Um mehr Raum zu gewinnen und zugleich die Schale zu erleichtern, biegen sich die beiden äußeren Lagen des innern Wirbels der Schale zurück und nur die innere Lage bleibt stehen, welche natürlich außerordentlich dünn wird in Vergleich mit der andern Windung, welche das Ganze in sich einschließt, und welche, da sie ihre ursprüngliche Dicke behält, hinlängliche Stärke besitzt, um dem

Thiere gehörigen Schutz zu gewähren. Daß eine solche Veränderung in der That vorgegangen ist, sieht man aufs Genaueste bei dem Conus (Fig. 79), indem man einen senkrechten Durchschnitt der Schale betrachtet. Alle innern Abtheilungen der Höhle, welche man auf diese Weise geöffnet sieht, findet man von einer außerordentlichen Zartheit und Durchsichtigkeit, indem sie augenscheinlich nur aus den innersten Blättern der Originalschale bestehen. Dieß springt am besten in die Augen, wenn man sie bis zu dem äußern Theile des Durchschnittes (B B) verfolgt, der auf jeder Seite an der eigentlichen Spitze der Schale liegt und als deren Basis zu betrachten ist. Die Linien, welche an diesem Theil des Durchschnittes angegeben sind, zeigen die Dicke, welche eine jede der auf einanderfolgenden Windungen ursprünglich hatte, als sie die äußerste Windung war. Der Durchschnitt zeigt auch die Ablagerung von glasartigem Material, welches die obern Theile der Höhlung überzieht und zugleich die kleinern Windungen, welche sich gegen die Spitze zu befinden, vollkommen verstopft.

Es gibt sogar Beispiele, daß bei Muschelschalen Windungen im Innern vollkommen verschwinden. Eine solche Bildung findet man bei dem Geschlechte Auricula, molluskenartigen Thieren, die mit Hülfe von lungenartigen Organen athmen. Bei den jungen Thieren dieser Abtheilung sind die Scheidewände, welche die Höhle der Windungen trennen, unvollkommen, und parallel um einander gedreht, verschwinden aber gänzlich, sobald das Thier sich seiner Reife nähert. In andern Fällen findet man, daß das Thier äußere Theile der Schale, welche früher gebildet wurden, verschwinden macht, sobald sie seinem fernern Wachsthum im Wege stehen, und sobald die Mündung der Windung über die unregelmäßige Oberfläche der hervorgehenden Windungen hinausragt. Wir finden häufig, daß Auswüchse, Rippen oder Fortsätze, welche auf der äußern Oberfläche der Schalen von Triton, Murex ꝛc. abgelagert waren, verschwinden, um einer folgenden Windung der Schnecke Platz zu machen. In andern Fällen aber scheint das Thier nicht die Fähigkeit zu haben, Theile der Schale, welche früher abgelagert wurden, wieder zurückbilden zu können

und jede folgende Windung wird über diejenige, welche sie bedeckt, modellirt.

Man hat beobachtet, daß einige Mollusken die Fähigkeit haben, die Schalen anderer Thiere auszuhöhlen, um sich in ihnen eine schickliche Wohnung zu bauen. Die Pileopsis hat diese Fähigkeit in einem sehr hohen Grade, und man findet dieselbe auch bei einigen Arten der Siphonaria und Patella. Die gewöhnliche Patella oder Napfschnecke, welche an den Küsten Englands häufig vorkommt, bildet sich oft eine ziemlich tiefe Höhlung in den Kalkfelsen.

Wenn das Thier, welches eine spiralförmige Schale bewohnt, sich in dieselbe zurückzieht, so ist nur der Theil des Körpers, welcher an der Mündung derselben liegt, den Eingriffen der Außenwelt ausgesetzt. Um nun diesen Theil auch zu schützen, bildet das Thier in manchen Fällen eine besondere Platte von Schalmaterie, welche der Deckel, operculum, genannt wird. Dieser Theil wird auf eine ganz gewöhnliche Weise, wie die übrige Schale, gebildet, nämlich durch die Ablagerung aufeinanderfolgender Schichten auf der innern Oberfläche, welche zuweilen eine ringförmige, zuweilen eine spiralförmige Gestalt haben. Fig. 80 stellt die Linien dar, welche auf der innern Seite des Deckels von Turbo vorkommen und welche die Aufeinanderfolge von Lagen andeuten, wodurch derselbe entstand. Wenn ein Operculum eine bedeutende Größe besäße und mittelst eines regelmäßigen Gelenkes mit der Schale in Verbindung stünde, so würde man es als eine besondere Schale betrachten können. Wir können daher dasselbe annehmen, was schon Adanson bemerkt hat: daß diese Deckelschnecken den Uebergang von den einschaligen zu den zweischaligen Mollusken machen. Eine andere Art von Bedeckung ist das Clausium; dieses ist ebenfalls zum Schutze des Thieres vorhanden und besteht aus einer spiralförmigen Platte von Schalenmaterie, welche mittelst einer elastischen Feder mit der Columella in Verbindung steht, wodurch sie, wenn das Thier in die Schale zurückgeht, angezogen wird. Auf solche Weise ist dieses Organ vollkommen einer Thüre analog, indem es geöffnet und geschlossen werden kann, wie es er-

fordert wird. Das Epiphragma iſt eine Scheidewand, die entweder membranartiger oder kalkartiger Natur, aber nur für temporären Gebrauch beſtimmt iſt. Dieſe Vorrichtung wird dazu angewandt, um die Oeffnung der Schale zu gewiſſen Perioden, wie zur Winterszeit oder während lange anhaltender Dürre, zu verſchließen.

Es iſt merkwürdig, in welch kurzer Zeit gewiſſe Helix-Arten dieſen Deckel machen, wenn Umſtände eintreten, die ſeine ſchnelle Vollendung dringend erfordern. Sobald der Winter herannaht, bereitet ſich das Thier vor, dieſe Jahreszeit in einem Zuſtande von Erſtarrung zuzubringen. Daher ſucht es zuerſt einen ſichern Ort, wohin es ſich flüchten kann; alsdann zieht es ſich in ſeine Schale vollkommen zurück und verbarrikadirt den Eingang derſelben dadurch, daß es das oben beſchriebene Epiphragma bildet, deſſen äußere Oberfläche in Fig. 81 abgebildet iſt. Wenn dieſe erſte Scheidewand fertig iſt, ſo macht das Thier eine zweite, welche membranartiger Natur iſt und weiter nach innen zu liegt, als die erſte, von welcher ſie durch einen kleinen Zwiſchenraum getrennt iſt. Wenn man zu einer andern Jahreszeit, wo die Schnecke bei vollen Kräften iſt, den Verſuch macht, ſie mit einer Kälte erregenden Miſchung zu umgeben, ſo wird ſie, um ſich vor der Einwirkung derſelben zu ſchützen, ſich ſogleich daran machen, einen Deckel zu bilden, woran ſie mit ſolch angeſtrengtem Fleiße arbeitet, daß ſie binnen einer oder zwei Stunden ihr Geſchäft vollendet und ein vollkommenes Epiphragma fabricirt hat*). Sobald die belebende Wärme des zurückkehrenden Frühlings in den Schlupfwinkel der Schnecke eindringt, bereitet ſich das Thier vor, ſein Gefängniß zu verlaſſen, und ſecernirt eine kleine Quantität einer ſchleimigen Flüſſigkeit, welche die Verklebung zwiſchen den Rändern des Epiphragma und der Schale löst. Zuletzt drückt die Schnecke mit dem Fuß auf den Deckel und ſtößt ihn dadurch hinweg. Dieſer ganze Vorgang wird jedesmal wiederholt, ſo oft ein neuer Deckel nothwendig wird **).

*) Gray, Zoological Journal, I, 214.

**) Das Epiphragma unterſcheidet ſich von der wahren Schale dadurch,

Einer der größten Vortheile dieser Deckel ist der, daß durch sie die Ausdünstung von der Oberfläche des Körpers der Schnecke verhindert wird. Auf solche Weise können Schnecken, Bulimi u. s. w. Monate und sogar Jahre lang in einem zwar starren aber doch lebenden Zustande aufbewahrt werden, so daß sie nachher leicht wieder in ein thätigeres Leben zurückzurufen sind, sobald man ihnen die gehörige Menge Wasser gibt *).

Die Vergrößerung der zweischaligen Muscheln ist denselben Principien unterworfen, wie die der einschaligen; das Wachsthum derselben findet vornehmlich am äußern Rande der Schale statt und steht im Einklange mit dem Wachsthum des eingeschlossenen Thieres. Die Ordnung, in welcher die Schichten aufeinander folgen, wird durch Linien, welche sich auf der Oberfläche der Schalen befinden, auf das Klarste nachgewiesen; diese haben oft verschiedene Farben, welche das Resultat von gefärbten Theilchen sind, die zu verschiedenen Perioden von dem Mantel secernirt werden.

Die Schalen der Austern und anderer Acephalen, welche an Felsen anhängen, gestalten sich während ihres Wachsthumes häufig nach den Oberflächen, an welchen sie angeheftet sind. Der Mantel ist im höchsten Grade biegsam und legt sich daher an alle Unebenheiten, denen er begegnet, genau an, und da jede Lage von Schalenmaterie auf jedem Theile gleich angelegt wird, so richtet sich nicht nur diejenige Schale, welche mit dem Felsen in Berührung steht, nach dessen Gestalt, sondern auch die andere, welche von dem, jener entgegengesetzten, Mantelstücke gebildet wird, weil dieselbe während ihrer Bildung unmittelbar auf den dünnen Rand der andern Schale, die während ihres Wachsthums mit einer unebenen Fläche in Verbindung stand, sich auf-

daß es an keiner Stelle mit dem Theile zusammenhängt, von welchem es gebildet wird.

*) Ein merkwürdiges Beispiel von Wiederbelebung einiger Schnecken, welche mehrere Jahre hindurch in einem Muschelkabinet lagen und dadurch, daß sie zufälligerweise mit warmem Wasser in Berührung kamen, wieder in's Leben gerufen wurden, kommt in den Philosophical Transactions für 1774, p. 432 vor.

legt *). Bei der Vergrößerung der ganzen Muschelschale ward es nun durchaus zum Bedürfniß, daß der Muskel, welcher die Schalen schließt und sich an deren innerer Oberfläche befestigt, sich nach und nach von dem Charniergelenke derselben entferne, wobei er seine Lage in Beziehung auf die ganze Schale in der Art beibehält, daß seine Wirkung auf dieselbe unverändert bleibt. Um dieß auszuführen, werden seine Befestigungspuncte durch irgend einen noch unbekannten Vorgang nach und nach an der innern Oberfläche der Schale vorgeschoben; was man aus den Spuren genau erkennen kann, welche die Muskelfasern an den Stellen, wo sie sich früher anhefteten, zurücklassen. Dasselbe geschieht, wenn statt eines Muskels zwei oder drei vorhanden sind.

Wenige Gattungen von Mollusken, wie z. B. Pholas, haben außer den zwei früher vorhandenen Schalen noch einige kleine Schalenstücke, welche gleichsam supplementarisch jenen beigegeben sind. Sie wurden von Linné unter die Ordnung der „vielschaligen" gebracht, und sind dieselben, die Cuvier unter der Familie der Cirrhopoden zusammenfaßte, unter welche verschiedene Gattungen von Lepas (Linn.) gehören, die mit einer großen Anzahl unter einander verbundener Fäden, die man Cirrhi genannt hat, versehen sind und ein Zwischenglied zwischen den Mollusken und gegliederten Thieren darstellen. Die Grenzen dieses Werkes erlauben mir nicht, bei den unendlich verschiedenen Bildungen, welche diese Thiere zeigen, länger zu verweilen.

§. 5. Pteropoden.

Bei den Mollusken, welche zu den beiden Ordnungen gehören, die wir so eben betrachtet haben, nämlich bei den Acephalen und Gasteropoden, läßt der Mantel, welcher die Eingeweide des Körpers überzieht, Oeffnungen übrig, um das Wasser zu den Kiemen oder Respirationsorganen zuzulassen. Jedoch gibt es einige wenige Gattungen, bei welchen der Mantel einen auf allen Seiten geschlossenen Sack bildet. Diese Anordnung muß nothwendig eine andere Einrichtung der Kiemen zur Folge haben,

*) Defrance, Annales des sciences naturelles, II, 16.

welche nun nicht mehr im Innern des Körpers, sondern außen ihre Lage bekommen können; daher finden wir auch, daß sie gleich einem Paar Flügel an jeder Seite des Nackens hervorragen. Weil nun aber diese allgemeine Verschließung des Mantels die Bildung eines Bewegungsorganes, das dem Fuße analog wäre, ausschließt, so wurde dadurch geholfen, daß die Kiemen aus dem Körper hervorragend gebildet wurden, so daß sie als Ruder dienen, mittelst welcher das Thier im Wasser schwimmen kann.

Mollusken dieser Art findet man in großer Menge in den kälteren Regionen des Oceans, sowohl am Nordpol als auch am Südpol; andere Gattungen derselben, wiewohl in weit geringerer Anzahl, trifft man auch in den tropischen Meeren an. Die Clio borealis (Fig. 82) ist das vollkommenste Beispiel dieser Bildungsform. Dieses Thier schwärmt in den arctischen Meeren umher und ist die Hauptnahrung des Wallfisches. Seine Kiemen, welche als Füße oder Flossen dienen, haben in Absicht auf ihre Lage und Gestalt die größte Aehnlichkeit mit Insectenflügeln; daher hat Cuvier der Molluskenfamilie, zu welcher sie gehören, den Namen Pteropoden gegeben.

§. 6. Cephalopoden.

Indem wir die organische Entwickelung in ihrer stufenweisen Fortschreitung verfolgen, kommen wir zu einer höchst interessanten Familie der Mollusken, welche man die Familie der Cephalopoden genannt hat. Sie unterscheidet sich von allen vorhergehenden Ordnungen dadurch, daß sie mit einer bei Weitem ausgebildeteren Organisation versehen ist und einen viel weitern Kreis von Fähigkeiten besitzt. Die Cephalopoden haben ihren Namen von der Anlagerung gewisser Bewegungsorgane, welche an dem Kopfe ihren Sitz haben und gleich den Fühlfäden der Polypen die Mundöffnung umgeben (siehe Fig. 83). Diese Füße, oder Arme, oder wenn man will, Fühlhörner, sind lange, schmale und biegsame Fortsätze, die durchweg außerordentlich reizbar und zusammenziehbar sind, und viele Muskelfasern besitzen, wodurch sie mit einer außerordentlicher Schnelle und Sicherheit bewegt und ineinander

geſchlungen werden können. Sie können daher nicht nur als Bewegungsorgane, ſondern auch als Werkzeuge des Taſtſinnes und zum Ergreifen der Beute angewandt werden. Beſonders in Abſicht auf die letztgenannte Function ſind ſie bei manchen Arten außerordentlich ſchön entwickelt, indem ſie mit einer vollendeten Biegſamkeit eine außerordentliche Muskelkraft verbinden und ſich daher um jeden Gegenſtand, welche Geſtalt er auch haben möge, herumſchlingen und denſelben mit einer erſtaunlichen Gewalt ergreifen können. Außer dieſen Eigenſchaften haben ſie noch in hohem Grade die Kraft, ſich an die Körper, die ſie anfaſſen, außerordentlich gut befeſtigen zu können, indem ſie an der innern Seite ihrer Arme zahlreiche Saugwarzen beſitzen. In Fig. 84 ſieht man dieſe Saugwarzen deutlich abgebildet, welche ſich dadurch auszeichnen, daß ſie auf einem ſchmalern Halſe oder einer Art von Stiel aufſitzen und in ihrem Umkreiſe durch einen knorpeligen Ring befeſtigt werden. Ihr innerer Mechanismus iſt viel künſtlicher als die einfachere Einrichtung, welche oben beſchrieben wurde. Wenn die Oberfläche der Saugſcheibe vollkommen ausgedehnt iſt, wie man dieß in Fig. 85 B ſieht, ſo findet man, daß ſie aus einer großen Anzahl langer, ſchmaler Stücke beſteht, welche den Anſchein von Zähnen haben, die genau an einander angepaßt ſind. Dieſe ſchmalen Stücke ragen über den innern Rand des knorpeligen Ringes hervor, ſo daß ſie convergirende Strahlen bilden, welche nahe bei dem Mittelpuncte eine cirkelförmige Oeffnung übrig laſſen. Im erſchlafften Zuſtande der Saugwarze wird dieſe Oeffnung durch eine weiche Subſtanz ausgefüllt, welche von einem innern Organe herkommt, das von der Oeffnung, welche die Zähne bilden, ſich entfernt, wenn die Saugwarze in Thätigkeit iſt, ſo daß ein leerer Raum entſteht. Die Form dieſes Raumes wird in Fig. 85 C dargeſtellt, welche einen ſenkrechten Durchſchnitt des ganzen Organes zeigt, wo der Centraltheil oder das weſentliche Saugorgan von der Cirkelſcheibe entfernt iſt, deren innerer Rand das Anſehen einer Zahnreihe darbietet. Es iſt klar, daß durch dieſen Mechanismus, der die Eigenſchaften einer genau ſchließenden Klappe mit einer ziemlich großen

Höhle verbindet, in der die Luft verdünnt werden kann, die Adhäsion außerordentlich vermehrt wird *).

Die Kraft, mit welcher die Arme des Kuttelfisches mit Hülfe dieses Apparates an den Körpern festhängen, ist so bedeutend, daß man, während die Muskelfasern des Thieres sich zusammenziehen, eher den Rand der Scheibe zerreißen kann als daß sie losließe. Sogar nach dem Tode des Thieres habe ich gefunden, daß die Saugwarzen selbst an glatten Flächen, an die sie befestigt waren, eine bedeutende Adhäsionskraft beibehielten.

Unsere Aufmerksamkeit haben wir zuerst auf die so interessante Familie der Sepien zu richten, welche vornehmlich drei Gattungen enthält, nämlich: den Octopus, den Loligo oder Calmar (siehe Fig. 83) und den gemeinen Kuttelfisch, Sepia. Die erste Gattung, der Octopus, der dasselbe Thier ist, welches Aristoteles mit dem Namen Polypus bezeichnete, hat acht Arme von gleicher Länge, und enthält im Innern seines Körpers zwei sehr kleine rudimentartige Schalen, welche von der innern Oberfläche des Mantels gebildet werden. Diese Schale ist bei Loligo schon deutlicher entwickelt, wo sie knorpelig und schwerdtförmig ist. Die innere Schale der gemeinen Sepie ist groß und breit und besteht ganz aus kohlensaurem Kalk; sie ist unter dem Namen Os Sepiæ überall bekannt. Die Structur dieser Schale ist außerordentlich merkwürdig, und vermag besonders darum unsere Aufmerksamkeit zu fesseln, weil sie wieder einen weitern Beweis von der Mannichfaltigkeit gibt, welche sich in der Bildung der Schalen ausspricht; sey es im Innern oder Außen. Diese Schale besteht aus einer unzählbaren Menge dünner kalkartiger Blättchen, welche

*) Die Beschreibung, die ich hier gegeben habe, ist die Frucht meiner eigenen Untersuchungen an einem großen Octopus, welchen ich unlängst zu anatomischen Forschungen erhielt; und die beigefügten Abbildungen Fig. 85 A, B, C sind Copien von Zeichnungen, die ich bei dieser Gelegenheit machte. A stellt die Saugwarze in ihrer gewöhnlichen Form dar, wenn sie nicht in Thätigkeit ist; in B sieht man die vollkommen ausgebreitete Oberfläche derselben; und C zeigt einen Durchschnitt davon in einem Augenblick, wo sie durch das Durchschneiden etwas erschlafft ist.

parallel aneinander gereiht sind und durch Tausende von außerordentlich kleinen hohlen Pfeilern von demselben kalkartigen Material, welche perpendiculär zwischen den nebeneinander liegenden Oberflächen hindurchgehen, unter einander verbunden werden. Diese Schale hängt mit keinem innern Theile, aus welchem sie gebildet wurde, zusammen, sondern ist in eine Kapsel eingeschlossen, so daß sie wie ein fremder Körper erscheint, der in der Mitte der ihn umschließenden Organe liegt, welche auf den ersten Blick gar keine Beziehung zu ihm zu haben scheinen. Ohne Zweifel ist der Nutzen desselben der, der weichen Substanz des Körpers den gehörigen Schutz zu verleihen und dem umschließenden Muskelfleisch eine Stütze zu gewähren, wodurch es wahrscheinlich dazu beiträgt, das Thier in seinen so energischen Bewegungen zu unterstützen. Es wurde als ein inneres Skelet betrachtet, doch gewiß mit Unrecht, indem es durchaus keine Function eines Skeletes hat; zwar steckt es in dem Mantel, allein es ist auch nichts anderes als ein Secretum desselben und besteht blos aus kohlensaurem Kalk. Aus diesen beiden Gründen kann es nur zu den Schalen gerechnet werden und ist als ein Erzeugniß der allgemeinen Bedeckungen zu betrachten. Dazu kommt noch der Umstand, daß es von allen andern Knochengebilden sich dadurch unterscheidet, daß diese aus verschiedenen Materialien zusammengesetzt sind und einen ganz verschiedenen Bildungsgang haben *).

Außer den Fühlfäden hat die Sepia auch ein Paar fleischige Finnen, welche sich längs der Seiten des Körpers ausdehnen. Der Loligo hat ähnliche aber kleinere Organe dieser Art, welche sich nur an dem Ende des Körpers vorfinden, das dem Kopfe entgegengesetzt ist. Man hat sie als Rudimente wah-

*) Zwischen der knorpeligen Scheibe des Loligo und der Wirbelsäule der Knorpelfische der niedersten Ordnung hat man freilich einige Analogie auffinden wollen. Ich werde dieß weiter unten auseinandersetzen. Ebenso sind auch festere knorpelartige Organe im Innern des Körpers der Cephalopoden vorhanden, welche einige Naturforscher als Andeutungen eines innern Skelettes betrachtet und darin eine Aehnlichkeit mit den Wirbelthieren gesucht haben.

rer Floßfedern angesehen, welche Organe bei den Fischen mehr entwickelt sind und dort mittelst kleiner Knochen, die man Gräten nennt, aufrecht erhalten werden; allein bei den Cephalopoden ist durchaus keine Bildung von wirklichen Flossen zu erkennen.

Die Organe, welche die Sepien beim Schwimmen brauchen, um sich im Wasser den gehörigen Impuls zu geben, sind die Arme. Sie gebrauchen diese wie Ruder, indem sie mit ihnen von hinten nach vorne schlagen, so daß sie den hintern Theil des Körpers nach vorn bewegen, dem alsdann der Kopf hinterher folgt. Sie gebrauchen aber auch diese Organe als Füße, um sich auf dem Boden der See fortzubewegen. Wenn sie dieß thun, so sieht der Kopf immer nach unten, während der Körper in die Höhe ragt, so daß sie buchstäblich auf dem Kopfe gehen. Diese Stellung der Füße kommt wahrscheinlich davon her, daß der Mantel den Körper vollkommen umschließt; denn ob er gleich im Nacken eine Oeffnung läßt, um das Wasser zu den Respirationsorganen gelangen zu lassen, so bildet er doch sonst um den Körper einen gänzlich geschlossenen Sack, mit Ausnahme der Stellen, wo der Kopf, der Nacken und die Füße aus dem Körper hervorkommen.

Beim Calmar, so wie bei der gemeinen Sepie (Dintenfisch), sind zwei von den Armen viel länger als die übrigen und gehen an ihrem Ende in eine dicke cylindrische Auftreibung aus, die mit zahlreichen Saugwarzen besetzt ist. Man könnte diese Bildung mit einer Hand vergleichen. Diese Fortsätze benützt die Sepie als Anker, um sich während heftiger Bewegungen der See an Felsen fest zu halten; wir finden daher auch, daß blos die Enden dieser langen Arme mit Saugwarzen versehen sind, während die kurzen solche ihrer ganzen Länge nach haben.

Die andern Gattungen der Cephalopoden haben, wie die Sepien, Fühlhörner, welche am Kopfe befestigt sind. Es gibt darunter Thiere, die in Absicht auf Größe außerordentlich verschieden von einander sind; einige derselben sind sehr groß, doch der größere Theil sehr klein und sogar microscopisch*). Man findet

*) Eine besondere Beschreibung der Schalen dieser microscopischen

oft, daß die Schalen dieſer Thiere in ihrem Innern Wände haben, wodurch ſie in verſchiedene Kammern abgetheilt werden; daher wurden die mit Kammern verſehenen Schalen testæ multiloculares oder polythalamiæ genannt. Die Spirula iſt eine Muſchel dieſer Art, deren Abtheilungen in Zellen und zahlreiche Kammern ſichtbar werden, wenn man einen Längendurchſchnitt macht (Fig. 87). Einige jedoch, wie die Argonauta Argo, oder der Papiernautilus, machen hievon eine Ausnahme und haben Schalen ohne Abtheilungen, daher dieſelben auch testæ unilocularis oder monothalamiæ heißen. Die Schale des Papiernautilus iſt außerordentlich dünn und meiſtens durchſcheinend, wahrſcheinlich, damit ſie die gehörige Leichtigkeit habe, um als Boot zu dienen. Damit das Thier ſich mittelſt des Einfluſſes der Luft bewegen könne, wenn es auf dieſe Weiſe auf dem Waſſer herumſchwimmt, hat ihm die Natur eine dünne Membran verliehen, welche ſich an zweien der Fühlfäden befeſtigt, ſo daß das Thier dieſelben gleich einem Segel ausbreiten kann, um die leichten Winde aufzufangen, die es in ſeinem Laufe vorwärts bringen. Während ſeine kleine Barke ſo über die Tiefe des Meeres hingleitet, unterläßt der fleißige Schiffer nicht, ſeine Fühlfäden auf jeder Seite als Ruder hinabzulaſſen, um die Bewegung des Fahrzeuges theils zu lenken, theils aber zu beſchleunigen. Sobald ſich aber ein ſtarker Wind erhebt und der Spiegel der See ſich kräuſelt, ſo beeilt ſich das Thier, die Segel einzureffen, indem es ſeine Segelfühlhörner in die Schale hereinzieht; hierdurch wird dieſe ſpecifiſch ſchwerer als das Waſſer, und ſinkt ſchnell zu ruhigern Regionen des Oceanes unterhalb der Oberfläche **).

Cephalopoden hat uns d'Orbigny in den Annales des sciences naturelles, VII, 96 gegeben.

**) Man muß indeſſen geſtehen, daß die Gewohnheiten der Argonauta noch immer nur unvollkommen bekannt ſind. Man hat bedeutende Zweifel darüber erhoben, ob die Schale, die ſie bewohnt, ein Product von ihr ſelbſt oder von irgend einer andern unbekannten Molluskenart herrühre und nur von der Argonauta in Beſitz genommen ſey, welche ſie nach Gefallen bewohnen oder verlaſſen kann.

Der gemeine Nautilus, welcher mit einem ähnlichen Segelapparat verſehen iſt, bewohnt eine vielzellige Schale, die man (Fig. 87) im Durchſchnitt abgebildet ſieht. Der Bildungsgang dieſer ſo wie ähnlicher Schalen bietet außerordentlich intereſſante Phänomene dar. Zu gewiſſen Perioden ſeines Wachsthums findet ſich das Thier in dem engeren Theile ſeiner Schale gedrückt und zieht daher den Theil des Mantels, der darin befindlich iſt, gegen ſich, ſo daß dadurch ein leerer Raum entſteht. Die Oberfläche des Mantels, welche nach hinten frei geworden iſt, beginnt ſogleich, kalkartige Materie zu erzeugen, welche in Form einer Scheidewand abgeſondert wird und ſich durch den ganzen Raum der Höhle ausſpannt. So lange das Thier an Größe zunimmt, ſo daß es eine weitere Portion der äußern Schale einzunehmen genöthigt iſt, kehrt dieſelbe Nothwendigkeit und daſſelbe Hülfsmittel wieder. Es zieht ſeinen Mantel aus dem ſchmalern Ende der Schale in das weitere herein und bildet durch einen kleinen Raum von der erſten entfernt, eine zweite Scheidewand, welche dem Raume entſpricht, der durch die Entfernung des Mantels übrig gelaſſen wurde. Dieſer Vorgang wird in regelmäßigen Perioden wiederholt und bringt die Menge Kammern hervor, die man in vielzelligen Schalen antrifft, von welchen das lebende Thier nur die größte bewohnt, welche immer offen bleibt *). Die Scheidewände ſind gewöhnlich durchbohrt, und zwar entweder im

---

Wir wollen nicht entſcheiden, wer das poetiſche Mährchen von den Schifffahrten der Argonauta erfunden hat. Nach den Unterſuchungen von W. Rapp, Profeſſor in Tübingen, iſt es ausgemacht, daß weder die häutigen Organe derſelben taugliche Segel, noch die Schale derſelben ein taugliches Schiff ſeyn kann. Zu verwundern iſt aber, wie dieſes Hiſtörchen von Ariſtoteles an bis Cuvier ſich in alle Naturgeſchichten eingeſchwärzt hat, ohne daß es Jemandem einfiel, genauere Beobachtungen anzuſtellen. Die Art, wie ſich die Schale bildet, bleibt freilich noch immer ein Räthſel. Siehe W. Rapp „Ueber die Argonauta Argo“ in den Tübinger naturwiſſenſchaftlichen Abhandlungen, 1. Bd. 1. Heft, 1826, Seite 67.

Anm. d. Ueberſ.

*) Dieſe Structur iſt bei den foſſilen Muſchelſchalen ausnehmend vorherrſchend; einige derſelben ſind ſpiralförmig, wie das Ammonshorn, andere aber kegelförmig, wie Baccurites und Orthoceratites. Bei den meiſten derſelben ſind dieſe Abtheilungen ſehr zahlreich und haben wellenförmige Oberflächen.

Mittelpunkte oder an den Seiten, um eine Röhre durchzulassen, welche bis zur Spitze der Schale geht.

IV. Capitel.

Gliederthiere.

§. 1. Von den Gliederthieren im Allgemeinen.

Der Uebergang von den Cephaloden zu den niedersten Ordnungen der Wirbelthiere ist leicht. Ehe wir jedoch die Analogien, welche diese beiden großen Abtheilungen des Thierreiches verknüpfen, auseinandersetzen, haben wir eine sehr große Reihe von Thierformen an unserm Auge vorübergehen zu lassen, welche nach einem besondern System gebildet sind, und, wie die Molusken, eine Stelle zwischen den Pflanzenthieren und den höher organisirten Classen einnehmen.

Wir haben gesehen, daß sogar bei denjenigen Zoophyten, welche sich von den übrigen durch eine bei weitem mehr entwickelte Organisation auszeichnen, die Kräfte der Ortsbewegung noch immer sehr beschränkt sind. Auch die Molusken sind in Betracht ihrer größern Entwickelung nicht sehr mit Organen zur Ortsbewegung versehen. Aber bei weitem die Mehrzahl der Thiere, welche die Classen ausmachen, die wir nun zu betrachten haben, sind mit einem vollkommenen Bewegungsapparate versehen und besitzen die Fähigkeit, denselben auf die verschiedenste Art anzuwenden und zu gebrauchen, im höchsten Grade. Obgleich die Natur bei der Construction ihrer Organe die Einfachheit, welche sich überall in den ersten Typen der Organisation zeigt, beibehalten hat, und in der Bildung der verschiedenen Theile des Systemes einem bestimmten Plane gefolgt ist, so hat sie nichts destoweniger in den Combinationen der For-

men, die sie den Instrumenten verlieh, die sowohl zum Ergreifen als auch zur Ortsbewegung dienen sollten, die schrankenloseste Mannichfaltigkeit gezeigt.

Alle Arten von Zoophyten, und bei weitem die größere Zahl der Mollusken, sind vermöge der Constitution ihres Körpers nur auf die Existenz im Wasser angewiesen. Doch die Gattungen der folgenden Reihe der „Gliederthiere" sehen wir auch aus dem Wasser emportauchen und finden unter ihnen Bildungen, die fähig sind, auf dem Lande fortzuschreiten. Schon frühe sehen wir in der Entwickelung des Körpers dafür gesorgt. Bald zeigt es sich, daß ein weiterer Plan ausgeführt werden soll: die Thiere erhalten Werkzeuge, um ihren Körper über die Erde zu erheben und mit großer Schnelligkeit die leichte Luft zu durchfliegen. Diese Bildung finden wir in der ganzen Organisation der Insecten, bei denen ein jeder Theil des Körpers den Zwecken des Mediums, durch welches diese Bewegungen ausgeführt werden, angemessen ist.

§. 2. Anneliden.

Die niederste Abtheilung der Gliederthiere schließt diejenigen ein, welche eine wurmförmige Gestalt haben und die Classe der Anneliden oder Ringthiere bilden. Der Regenwurm mag als Typus und als das bekannteste Beispiel dieser Thiere angesehen werden. In der Reihe der Organismen, welche in dieser Abtheilung des Thierreiches begriffen sind, begegnen wir bedeutenden Stufenfolgen der Entwickelung, durch welche die Natur zu höheren und vollkommneren Bildungen überzugehen scheint.

Es ist zu bemerken, daß die Natur, indem sie einen Uebergang von den Zoophyten zu den neuen Organisationen, die wir hier zu betrachten haben, machte, die räderförmige Anordnung der Theile und jene sternähnlichen Formen gänzlich verlassen hat, welche für Wesen, die an den Gränzen der Thierwelt ihre Stelle haben und stets eine Analogie mit vegetabilischen Bildungen behalten, so sehr charakteristisch sind. Sie nimmt nun ein viel regelmäßigeres Gesetz der Symmetrie an, zu Folge dessen sich alle Theile auf eine Längenachse und zugleich auf eine Querebene

beziehen, welche diese Achse durchschneidet. Wir finden als unmittelbare Folge dieses Gesetzes, daß in den Formen, wie wir sie nachher betrachten werden, so weit man die äußeren Organe und die allgemeinen Umrisse derselben berücksichtigt, die eine Seite genau der andern entspricht, so daß die eine Seite gleichsam das zurückgeworfene Bild der andern ist. Während bei den Seesternen und Seeigeln kein Punkt in Absicht auf seine Lage bestimmt ist, die obere und untere Fläche ausgenommen, während man bei diesen Thieren keine Seite ausschließlich die linke oder die rechte nennen könnte, und nirgends Enden findet, von denen man das eine das vordere und das andere das hintere zu nennen im Stande wäre, sind bei den Gliederthieren, wie bei den Wirbelthieren, alle diese Unterscheidungen auf das Klarste bestimmt und leicht hervorzuheben.

Bei allen Anneliden sind die festesten Theile des Körpers, oder diejenigen, welche den übrigen zur mechanischen Unterstützung dienen, äußerlich, und können entweder als Anhängsel der allgemeinen Bedeckungen, oder als Modificationen derselben betrachtet werden. Sie bilden sich aus einem Gerüste, das aus einer Reihe von hornartigen Blättchen oder Ringen besteht, welche mehr oder weniger eine verlängerte cylindrische Gestalt haben und eine Art äußeren Skelettes darstellen, welches alle andern Organe einschließt. Dieß sieht man ganz deutlich bei dem Lumbricus, oder Regenwurm, bei der Pontobdella (Fig. 88), welche eine Art Blutegel ist, und bei Nereis (Fig. 89). Mittelst dieser Ringe wird der Körper in verschiedene Segmente abgetheilt. In manchen Fällen aber finden wir, daß alle diese Ringe in Form einer flachen ovalen Scheibe zusammengedrückt sind. Dieß ist der Fall bei Erpobdella, von der Fig. 90 eine vergrößerte Abbildung gibt.

Im Allgemeinen enthält das erste der Segmente, in welche der Körper eingetheilt wird, die hauptsächlichsten Sinnorgane, und ist hinreichend von den andern unterschieden, daher man ihm den Namen Kopf geben und das verlängerte Stück am andern Ende des Körpers den Schwanz nennen kann.

Die Ringe, welche den Körper umgeben, sind auf den Seiten mit einem lockerern und biegsamern Theile der allgemeinen

Bedeckungen, und zugleich mit Muskelfasern, welche auf eine merkwürdige Weise zu bandartigen Streifen verknüpft sind, unter einander verbunden. Das Muskelfleisch der Insecten und anderer Thiere dieser Classe ist von dem größerer Thiere außerordentlich verschieden, indem es in seiner Textur weich und gallertartig, aber doch in einem sehr hohen Grade mit Irritabilität (Muskelreizbarkeit) versehen ist, und sich mit sehr großer Kraft zusammenziehen kann. Die Fasern, welche einen jeden Bandstreifen zusammensetzen, sind parallel und haben feste sehnenartige Befestigungspunkte, indem sie sich im Allgemeinen direct mit dem Theile verbinden, auf den sie zu wirken haben. Auf diese Weise sind die aneinandergränzenden Ränder der Ringe von Würmern durch Muskelbänder mit einander in Verbindung gesetzt (siehe Fig. 91), welche quer von dem einen zum andern gehen und mit der Achse des Körpers parallel laufen. Im Allgemeinen sind vier Muskelbänder dieser Art zu unterscheiden: zwei, welche den Rücken entlang gehen, und zwei andere, welche sich an dem untern Theile des Körpers hin erstrecken.

Die Wirkungen, welche eine solche Anlagerung der Muskelfasern hervorbringen muß, können leicht zum voraus berechnet werden. Wenn sich die beiden untern Bündel zusammenziehen, so bringen sie am untern Theile des Körpers die Ringe näher aneinander; und wenn die ganze untere Reihe der Muskelbündel vereint wirkt, so müssen sie den Körper des Thieres in die Form eines Bogens bringen. Eine dieser entgegengesetzte Krümmung wird durch die Zusammenziehung der obern Bänder bewirkt, welche, indem sie beide Enden des Körpers erheben, den Rücken nach unten beugen. Wenn hingegen die beiden Muskelbänder, welche sich an einer Seite befinden, mit einander wirken, während die entgegengesetzten im Zustande der Erschlaffung sind, so wird der Körper gegen jene Seite hin gekrümmt. Ziehen sich aber alle vier Muskelstreifen miteinander gleichmäßig zusammen, so ist ihre gemeinsame Wirkung die, die Ringe einander zu nähern und den ganzen Wurm seiner Länge nach zusammenzuziehen; die Haut runzelt sich dabei und schwillt zwischen den Ringen an.

Eine zweite Art von Muskelbändern verbindet sich ebenfalls

mit den Ringen, indem sie in schiefer Richtung von dem einen zum andern gehen. Mit Hülfe dieser Muskelfasern können die Ringe auf gewissen Puncten einander genähert werden, während sie auf andern Stellen sich von einander entfernen, so daß der Körper dadurch entweder zur Seite um seine Achse gedreht oder seiner ganzen Länge nach ausgestreckt werden kann, je nachdem die Wirkung dieser schiefen Muskeln theilweise oder allgemein ist.

Die allgemeinen Bedeckungen des Regenwurmes sind auf ihrer Oberfläche an den Theilen, wo die Haut die Ringe überzieht, mit außerordentlich kleinen Borsten versehen, welche man Seten genannt hat. Vermittelst dieser Borsten kann das Thier diese Theile auf dem Boden befestigen, während die andern Theile des Körpers in Bewegung sind. An der vordern, so wie an der hintern Hälfte des Thieres haben diese Haare ihre Richtung gegen den Mittelpunct desselben, während sie in dem mittlern Theile eine perpendiculaire Stellung einnehmen *). Wir finden meistens ganz constant bei Thieren, welche zu der Ordnung der Anneliden gehören, daß sie irgend auf eine Weise mit Organen dieser Art versehen sind, sey es nun, daß sie Haarbüschel besitzen, welche in regelmäßiger Ordnung stehen, sey es, daß an jeder Seite der untern Fläche des Körpers sich Haare befinden. Die Nereis (Fig. 89), welche zu den Seewürmern gehört, hat oft mehr als hundert Paare kleiner Büschel von starken Borsten; und zwischen diesen sind Fühlfäden angebracht, welche das Thier warnen, damit es nicht gegen Gegenstände stoße, welche ihm Gefahr bringen könnten. Nebenbei haben sie den Nutzen, den Körper etwas über dem Boden zu halten, wozu in der See, wo das ganze Thier mit Wasser umgeben ist, keine bedeutende

*) Um ein Beispiel von der außerordentlichen Mannichfaltigkeit der Gattungen zu geben, welche in der lebenden Natur vorkommen, will ich hier nur anführen, daß der gemeine Regenwurm, welcher gewiß eine sehr einförmige Gestalt hat, nach den kürzlich von Savigny gemachten Beobachtungen, nicht weniger als zwei und zwanzig verschiedene Species besitzt, welche derselbe allein in der Umgegend von Paris fand.

Unterstützung erforderlich ist *). Zuweilen ist der ganze Körper mit Haaren bedeckt; in andern Fällen haben diese Anhängsel die Form von Haken, wodurch sie sich an den Gegenständen, mit denen sie in Berührung kommen, besser befestigen können. Bei einigen endlich nehmen sie mehr die Natur von Füßen an; sie führen, während sie fortschreiten, alle Bewegungen von wirklichen Füßen aus, da sie mit Muskelbündeln versehen sind, die ihre Wirkungen unterstützen und kräftigen.

Die Art, auf welche solche Thiere sich auf dem Boden weiter bewegen, ist höchst einfach. Zuerst schieben sie den Kopf durch eine Verlängerung der vordern Segmente des Körpers nach vorn, indem die andern Körpertheile mittelst ihrer Ringe, ihrer Stacheln und anderer Anhängsel der allgemeinen Bedeckungen sich an der Erde fest halten. Sodann wird der Kopf an dem Boden befestigt und bildet seinerseits den festen Punct; worauf die Segmente, die ihm zunächst stehen, und welche verlängert waren, durch die Wirkung der Längenmuskeln zusammengezogen werden, wodurch nothwendiger Weise Theile, die hinter diesen liegen, gestreckt werden. Hierauf ziehen sich diese zusammen, und so geht es fort, bis das Ganze gegen den Kopf vorgeschoben ist. Nachdem dieß geschehen ist, wird diese ganze Reihe von Thätigkeiten wiederholt, so daß der Kopf anfängt, sich weiter zu schieben. Oft machen Würmer diese Bewegungen auch in verkehrter Richtung, indem sie sich rückwärts bewegen oder den Schwanz nach vorn richten **).

In den Formen der Thiere, welche zur Classe der Anneliden gehören, zeigt sich die größte Mannichfaltigkeit. Der Gordius, oder Fadenwurm, bietet, verglichen mit seiner Breite, die größte Entwickelung in Absicht auf Länge dar. Er hat die Form eines langen und dünnen Fadens, an welchem die ringförmige Bildung nur mittelst feiner Falten in den allgemeinen Bedeckungen angedeutet wird. Dieses einfachste der wurmartigen Thiere hat weder äußere Glieder noch Fühlfäden.

---

*) Home, Lectures etc., Vol. I. p. 115.

**) Siehe Home, Lectures on comparative anatomy, Vol. I. p. 114.

Da viele zu dieser Classe gehörige Individuen einen weichen Körper haben, welcher sich gegen äußere Schädlichkeiten nicht zu vertheidigen im Stande ist, so sind sie genöthigt, ihre Sicherheit darin zu suchen, daß sie sich in Höhlen und Vertiefungen zurückziehen oder sich in den Sand oder Schlamm eingraben. Nur eine Gattung, wie die Serpula (Fig. 92), bildet sich eine äußere Schale, welche die Gestalt einer spiralförmigen Röhre hat. Andere, wie Sabella und Terebella, erfüllen denselben Zweck dadurch, daß sie Sandkörner oder Stücke von zerbrochenen Muscheln oder andern Substanzen sammeln, welche sie mittelst einer klebrigen Aussonderung aneinander kleben, so daß sie sich dadurch eine schützende Bedeckung, gleich einem Panzerhemde, bilden. Fig. 93 stellt diese rohe Bedeckung bei Terebella conchylega vor. Da diese Bedeckungen aber aus äußerlichen Materialien zusammengesetzt sind und nicht aus organischen Productionen der Thiere selbst bestehen, so müssen sie als Bildungen angesehen werden, welche ihrem Systeme vollkommen fremd sind. Diese Einwohner von Röhren, die Tubicolæ nach Cuvier, sind durchgängig mit Fühlfäden versehen, welche an dem Kopfende hervorragen und der einzige freie Theil sind, während der Rest des Körpers in der Höhle zurückgezogen ist.

Die Art und Weise, auf welche sich der Lumbricus marinus des Linné (Arenicola piscatorum, Lamarck) bewegt, ist äußerst merkwürdig *). Dieser Wurm (siehe Fig. 94) kommt in großer Menge an allen sandigen Meeresufern vor, und wird von den Fischern sehr häufig als Köder benützt, und zu diesem Ende ausgegraben. Er bohrt sich vermittelst der eigenthümlichen Construction der Ringe seines Kopfes ein, welche, wenn sie sich verlängern, demselben die Gestalt eines regelmäßigen Kegels verleihen. Da jeder vorangehende Ring gerade so viel kleiner ist, als der auf ihm folgende, um innerhalb desselben aufgenommen werden zu können, so bietet der ganze Kopf, wenn er vollkommen zurückgezogen wird, das Ansehen einer flachen Oberfläche dar. Diese

*) Siehe Osler's Abhandlung in den Philosophical Transactions for 1826, p. 42.

Scheibe wird von dem Thier auf den Sand gelegt und der Kegel nach und nach vorgeschoben; dabei werden die Ringe, aus welchen er besteht, erweitert; so daß sich das Thier auf diese Weise einen Weg durch den Sand bildet. Sodann sucht dasselbe seine Seiten dadurch zu schützen, daß es den Sand mittelst eines klebrigen Saftes, der aus seinem Körper ausfließt, zusammenklebt, so daß derselbe dadurch eine Art Schutzwehr oder Kleid bildet. Diese Bedeckung aber hängt nicht mit dem Körper zusammen, sondern macht für sich eine abgesonderte Röhre aus, in welcher sich das Thier mit größter Freiheit bewegt, und welche hinter demselben, während es sich weiterbewegt, zurückbleibt, so daß ein Durchgang durch die ganze Länge der Röhre offen ist, die mit dem Mauerwerk einer Mine oder eines Tunnels verglichen werden kann.

Mit einem zusammengesetzteren Apparate ist Terebella conchylega, welche zu einer Familie von Seewürmern gehört, versehen, zufolge der besondern Verhältnisse des Wohnortes dieses Thieres, indem es Ufertheile bewohnt, die zwischen seichtem und tiefem Wasser die Mitte halten. Zugleich sind diese Thiere häufig genöthigt, ihre Röhren durch einen großen Theil Sand auszudehnen; denn da sich in Folge von Stürmen der Sand oft außerordentlich anhäuft, so werden sie zuweilen beträchtlich tief eingegraben, und in andern Fällen ragen ihre Röhren einige Zoll weit hervor. In dem einen Falle müssen sie daher so rasch als möglich sich einen Weg zur Oberfläche zu bahnen suchen, in dem zweiten aber sich tiefer eingraben. Die Art, wie sich die Terebella bewegt, kann man am besten beobachten, wenn man sie aus ihrer Röhre herausnimmt und unter Wasser auf Sand legt. Man bemerkt alsdann, daß sie ihren Körper ganz der Länge nach ausstreckt und ihre Fühlfäden nach jeder Richtung hin verlängert, so daß sie oft länger als anderthalb Zoll hervorragen. Mittelst dieser Fühlfäden ergreift das Thier Fragmente von Muschelschalen und größern Sandstückchen. Diese Körper bringt das Thier gegen den Kopf hin und wirft sie hinter die Schuppen, welche von dem vordern und untern Theile desselben hervorragen, wo sie unmittelbar durch die klebrige Materie, welche von diesem Theile abgesondert wird, aneinander geklebt werden. Dadurch, daß die

Terebella den Kopf von einer Seite zur andern herumdreht, bringt es denselben immer mit Röhrenmaterialien in Verbindung und macht sich auf diese Weise sehr schnell ein Halsband, sich bemühend, dasselbe mit außerordentlichem Fleiße und einer Thätigkeit und Ausdauer, die bemerkenswerth sind, nach jeder Seite seines Umfanges hin zu verlängern. Um die verschiedenen Fragmente recht genau aneinander anzuschließen, preßt es dieselben mittelst Aufrichtung seiner Schuppen, indem es zugleich seinen Körper zusammenzieht, aneinander. Daher werden die Fragmente, wenn sie durch die Schuppen erhoben sind, mit ihren hinteren Enden aneinander befestigt, so daß sie auf diese Weise übereinander zu liegen kommen und häufig der Röhre ein dachziegelförmiges Ansehen verleihen.

So wie die Terebella sich eine Röhre von einem halben oder ganzen Zoll Länge gebildet hat, fängt sie an, sich in die Erde zu graben. Um dieß auszuführen, richtet sie ihren Kopf gegen den Sand und zieht einige der hintern Ringe zusammen; dadurch wird der Kopf etwas weniges ausgedehnt und durchdringt die vor ihm befindliche Masse, benutzt die Materialien, welchen er begegnet, und fährt so fort, bis die Röhre ganz vollendet ist. Wenn dieß geschehen ist, dreht sich das Thier in seiner Röhre in der Art, daß der Kopf gegen die Oberfläche hinkommt, um das Wasser aufzunehmen, welches ihm Nahrung und die Mittel der Respiration zuführt. Im Sommer vollendet das Thier seine Röhre binnen vier oder fünf Stunden; aber bei kaltem Wetter, wo es träger ist und die klebrige Flüssigkeit in geringerer Menge abgesondert wird, geht dieser Bildungsproceß beträchtlich langsamer von Statten.

Bei manchen thätigern und lebhaftern Gattungen der Anneliden, wie bei Nereis (Fig. 89), findet man Fühlfäden verschiedener Art, welche vom Rande der Mundöffnung und andern Theilen des Kopfes ausgehen. Das Thier schwimmt mit größter Leichtigkeit vermittelst rascher wellenförmiger Biegungen seines Körpers; und indem es Bewegungen ähnlicher Art in dem lockern Sande auf dem Boden der See ausführt, schiebt es sich rasch vorwärts und durchmißt bedeutende Strecken im Sande, indem

es zuerſt die vordern Ringe ausdehnt und ſodann den hintern Theil des Körpers nach ſich zieht; eine Bewegung, welche auch durch die Wirkung ſeiner zahlreichen, borſtenartigen Füße, unterſtützt wird *).

Zugleich wird die Fortbewegung dieſes Thieres durch kleine Höckerchen unterſtützt, welche längs der untern Seite des Körpers paarweiſe gelagert ſind, und beſonders darum Füßen entſprechen, weil ſie mit Stacheln und kleinen Haken verſehen ſind. Bei der Amphitrite und manchen andern Geſchlechtern ſind an jeder Seite Haarbüſchel vorhanden, welche Analoga von Füßen ſind, und durch Muskeln in Bewegung geſetzt werden, die namentlich zu dem Zwecke als Hebel für die fortſchreitende Bewegung zu dienen, vorhanden ſind.

Wir finden, daß dieſelbe Wirkung durch die allerverſchiedenſten Mittel bei andern Thieren dieſer Claſſe hervorgebracht wird. Der Blutegel z. B., der Ringe beſitzt, welche in außerordentlicher Anzahl und ganz enge aneinander an ſeinem Körper vorhanden ſind, konnte auf die gewöhnliche Art der wurmförmigen Fortbewegung nicht leicht von einer Stelle zur andern kommen. Um jedoch hiebei nachzuhelfen, erhielt er an den beiden Enden des Körpers einen Saugapparat, welcher aus zwei für dieſen Zweck beſtimmten Scheiben beſteht. Auf ſolche Weiſe kann der Blutegel dadurch, daß er abwechslungsweiſe bald die eine, bald die andere Scheibe fixirt und den Körper zuſammenzieht oder verlängert, je nachdem es die Umſtände erfordern, ſich nach Gefallen rückwärts oder vorwärts bewegen. Während das Schwanzende fixirt iſt, kann der Kopf durch Verlängerung des ganzen Körpers vorwärts bewegt werden; und während im Gegentheile der Kopf fixirt iſt, kann die hintere Saugſcheibe durch die Zuſammenziehung des Körpers vorwärts geſchoben und nahe am Kopf an den Boden befeſtigt werden, ſo daß dadurch ein neuer Schritt vorbereitet wird.

Die meiſten der paraſitiſchen Thiere, welche im Innern des lebenden Körpers wohnen, und beſonders die, welche ſich im

*) Oſler, Phil. Trans. for 1826, p. 348.

Darmkanale vorfinden, sind sowohl in Absicht auf ihre äußere Form, als auch in Absicht auf viele Verhältnisse, welche ihre innere Bildung betreffen, den Anneliden ähnlich. Sie werden unter einer eigenen Ordnung zusammengefaßt, welche die der Eingeweidewürmer, Entozoen, genannt wird.

§. 3. Arachniden.

Wir schreiten zu einer weit höhern Stufe der Thiere über, indem wir den Uebergang von den Anneliden zu den Arachniden machen, — einer Ordnung, in welcher alle Spinnengattungen, nebst den Thieren, welche sich an die Bildung derselben anschließen, enthalten sind. Das Gerüste, welches den Körper zu tragen hat, ist bei diesen Thieren fester, die Werkzeuge, welche zur Ortsbewegung dienen, bestehen aus längern und vollkommneren Hebeln, welche mittelst eines viel künstlichern Articulationssystemes untereinander in Verbindung stehen und mittelst mehr unterscheidbarer und kräftigerer Muskeln bewegt werden, so daß der Körper sich über den Boden erhebt, ein größeres Feld zu seiner Thätigkeit gewinnt und eines weitern Kreises der Perception fähig wird.

Die Ringe, welche bei den Anneliden das Körpergerüste bildeten, sind hier zusammengefügt, so daß sie zwei hauptsächliche Körperabtheilungen ausmachen, davon die eine am vordern Theile des Körpers liegt und Cephalotorax (Verbindung von Kopf und Brust) heißt. Diese enthält die Sinnesorgane, die Kauorgane und das Gefäß, welches zur Cirkulation der Flüssigkeiten bestimmt ist. Die zweite Abtheilung, welche die hintern Theile des Körpers einnimmt, enthält die Organe zur Verdauung und Zeugung, und heißt der Hinterleib, Abdomen. Bei der Spinne (Fig. 95, wo C der Cephalothorax und A der Abdomen ist), sind diese beiden Theile des Körpers durch einen tiefen Einschnitt getrennt, welcher nur einen dünnen Stiel oder eine Communikationsröhre zwischen denselben enthält. Das Männchen besitzt gewöhnlich vier Fußpaare, welche immer mit dem Cephalothorax in Verbindung stehen; das Weibchen hat zugleich noch ein Paar weiter, welches dazu bestimmt ist, die Eier fortzuschaffen.

Um dem Körper eine große Basis darzubieten, sind die Füße der Spinne in der Richtung von divergirenden Strahlen ausgespreizt, so daß sie einen weiten Cirkel darstellen. Jeder Fuß ist in gewisse Gliedertheile abgetheilt; die, welche zunächst am Körper sind, heißen Schenkel, die folgenden Unterschenkel, und die letzten die Ferſen, deren jede mit zwei Hacken endigt. Außer dieſen sind noch andere Glieder vorhanden, welche die größte Aehnlichkeit mit Füßen haben und an dem vordern Theile des Kopfes sitzen; mit dieſen steht allemal ein beweglicher Haken in Verbindung, welcher einer Zange ähnlich ist und theils zum Ergreifen der Beute, theils zur Vertheidigung dient. Die stärksten von dieſen Haken sind von einem Canale durchbohrt, der an ihrer Spitze endigt und einen giftigen Saft in die Wunden bringt, welche von dieſer Waffe geſchlagen werden.

Mit allen Gliederthieren haben die Spinnen das gemein, daß sie zu gewiſſen Zeiten, während ihres Wachsthumes, ihre äußere Haut in regelmäßigen Perioden abwerfen. Ob sie gleich in den früheſten Stadien ihres Lebens im Allgemeinen die Formen des erwachſenen Inſectes haben, so haben sie doch dabei eine geringere Anzahl von Füßen, indem das letzte Paar von Füßen nicht eher zum Vorſchein kommt, als bis die Spinne eine gewiſſe Größe erreicht hat. Wir finden hier ſchon eine Spur von Metamorphoſen, denen, wie wir ſpäter ſehen werden, die geflügelten Inſecten in ſo hohem Grade unterworfen sind.

Die Spinnen haben in ausgezeichnetem Maße die Fähigkeit, ſich zu bewegen, und entwickeln in allen ihren Bewegungen die größte Behendigkeit und Energie. Die langen und elaſtiſchen Glieder, von welchen ihr Körper unterſtützt wird, sind durch feſte Gelenke untereinander verbunden und machen die Muskeln fähig, mit großen mechaniſchen Vortheilen zu wirken und die Bewegung des Körpers ſchnell auszuführen. Daher können dieſe Thiere mit der größten Geſchwindigkeit laufen und von beträchtlichen Entfernungen aus auf ihre Beute zuſpringen; Fähigkeiten, welche für Thiergattungen, welche durchaus vom Raube leben, von größter Wichtigkeit sind. Bei weitem die größere Anzahl der zu dieſer Familie gehörigen Individuen ist, wie bekannt, mit

einem merkwürdigen Apparat versehen, der dazu dient, Fäden zu spinnen und Gewebe zu bilden, um Fliegen und andere kleine Insecten darin zu verwickeln. Jede Art von Spinnen webt ihr Netz auf eine eigenthümliche, nur ihr zukommende Weise; und außer dem Hauptgewebe machen sie oft in der Nachbarschaft desselben ein zweites, kleineres, in Gestalt einer Zelle, in welcher sie sich selbst aufhalten, um in Erwartung einer Beute im Hinterhalte zu liegen. Zwischen dieser Zelle und dem Hauptorte spannen sie einen Communicationsfaden aus, mittelst dessen Schwingungen die durch das Herannahen eines festen Körpers erzeugt werden, die Spinne augenblicklich von dem Erfolge ihrer Nachstellungen in Kenntniß gesetzt wird und mit Hülfe desselben Fadens schnell auf die Stelle zuläuft, von woher die Schwingung kam.

Einige Gattungen derselben können sich mittelst Fäden, welche sie ausspinnen, auf beträchtliche Distanzen durch die Luft schwingen, indem sie ihr Gewebe durch den Wind forttreiben lassen und an dem zunächst befindlichen Faden sich anklammern. Auf diese Weise werden die Spinnen in der Luft oft zu einer beträchtlichen Höhe emporgehoben und man hat behauptet, daß sie während ihres Fluges oft auf Mücken und andere Fliegengattungen Jagd machen, weil man oft verstümmelte Theile dieser Insecten an ihren Fäden hängen sieht; jedoch ist dieser Punct noch manchem Zweifel unterworfen.

Die Naturgeschichte der Spinnen ist in manchen Beziehungen außerordentlich interessant, nicht nur wegen des hohen Grades von Entwickelung, den ihre Organe erreicht haben und wegen der Energie, mit welcher sie alle organischen Functionen verrichten, sondern auch wegen des wunderbaren Instinktes, mit welchem sie ihr Gewebe bilden, wegen des Fanges und der Tödtung ihrer Beute und der eifersüchtigen Hut ihrer Jungen. Es ist in einer so kurzen Skizze, wie ich sie hier zu geben habe, unmöglich, sich über einen so fruchtbaren Gegenstand länger zu verbreiten; ich würde mich zu weit von dem Gegenstande, den ich besonders ins Auge gefaßt habe, nämlich der Entwickelung der Organisation mit Beziehung auf die Organe der Bewegung, entfernen.

§. 4. Crustaceen.

Der Plan, welchen die Natur bei der Construction der Arachniden begonnen zu haben scheint, ist bei den Crustaceen noch weiter verfolgt. Die Theile, in welche das äußere Gerüste des Körpers bei den erstern abgetheilt war, sind bei den letztern bei weitem mehr verhärtet; sie bestehen aus dichtern Materialien und sind mit größerer Starrheit versehen; daher setzen sie den Kräften der Außenwelt nicht nur einen größern Widerstand entgegen, sondern sie geben auch den Muskeln, welche sich als die bewegenden Kräfte an sie anheften, einen festern Anhaltspunkt. Sowohl die Glieder als auch der ganze Körper, sind in Röhren von festem kohlensauren Kalk eingeschlossen; jene sind mit der größten Sorgfalt durch Gelenke verbunden, und zwar fast immer durch Charniergelenke. Die Muskeln, mittelst welcher diese festen Hebel bewegt werden, liegen im Innern und ihre Fasern gehen gerade von einem Puncte zum andern quer durch das Gelenk, oder sie sind an knorpelartige Platten befestigt, welche, um den Muskeln zur Unterlage zu dienen, in dem obern Theile des Gliedes nach innen hervorragen und unbeweglich mit dem untern Theile in Verbindung stehen. Durch diese Einrichtung ist nicht nur die Anwendung einer Sehne umgangen, sondern der Befestigung der Muskeln wird eine größere Oberfläche dargeboten, da sie, auf einen längern Hebelarm wirkend, einen größern mechanischen Vortheil gewähren. Es wird überflüssig seyn, sich länger mit der Betrachtung der Einzelnheiten, was die Structur dieser Gelenke betrifft, zu befassen, weil die einfache Ansicht der Glieder eines Krabben oder Hummers eine klarere Idee über diesen Mechanismus geben wird, als irgend eine noch so ausgeführte Beschreibung. Ich werde daher nur die hauptsächlichsten Theile der äußern Glieder der Crustaceen kurz skizziren.

Die Anzahl der Fußpaare beläuft sich auf drei bis vier; jeder Fuß ist in fünf Theile abgetheilt. Das Stück, das dem Körper zunächst liegt, heißt der Oberschenkel (femur) (H Fig. 96), mit welchem der Drehhügel (trochanter) (T) verbunden ist, nach diesem kommt der Unterschenkel (tibia) (F) und nach zwei folgenden Gliedern die Fußwurzel (tarsus) (P). Der Oberschenkel

ist gewöhnlich kurz und scheint blos als Basis zu dienen, auf welcher sich die folgenden Fußtheile mit größerer Freiheit bewegen können; das auf den Unterschenkel folgende Stück ist gewöhnlich durch ein Gelenk in zwei Stücke getheilt. Die Fußwurzel endigt sich meistens in einen doppelten Haken und zuweilen in eine Scheere oder Klaue.

Eine neue Art von Organen, welche man bei den Arachniden nicht findet, ist hier zuerst entwickelt; es sind dieß nämlich die Fühlhörner, Antennæ, deren an jeder Seite des Kopfes eines befindlich ist. Man nennt diese Organe zwar gewöhnlich Fühlhörner, es ist jedoch mehr als wahrscheinlich, daß sie eine Verrichtung von höherer Wichtigkeit haben, als die bloße Vermittlung der Perception des Gefühles. Die Antennen bestehen aus dünnen Fäden, welche aus einer großen Anzahl einzelner Stücke zusammengesetzt sind, die in Gelenksverbindungen miteinander stehen; sie sind bei den verschiedenen Gattungen und Arten von Insecten sowohl als auch der Crustaceen von unendlicher Mannichfaltigkeit in Absicht auf Form.

Die Kauorgane und andere mit dem Maule in Verbindung stehende Theile bieten in Absicht auf Structur die künstlichste Zusammensetzung dar; viele dieser Theile werden außer der Verkleinerung der Speisen zu verschiedenen Zwecken verwandt, z. B. um Gegenstände zu ergreifen, um sie auf verschiedene Art zu drehen, um dieselben zu untersuchen und sie, wenn sie sich als angemessenes Futter zeigen, zum Munde zu führen. Diese Organe heißen **Palpi** und zuweilen falsche Füße. Sie sind immer paarweise vorhanden und kommen von der Unterlippe oder von einem in der Nähe derselben liegenden Kopftheile her. Die Theile, aus welchen jeder derselben zusammengesetzt ist, stehen mittelst Gelenken untereinander in Verbindung und werden durch eigenthümliche Muskeln gerade so bewegt, wie die wahren Füße. Es ist indessen zu bemerken, daß zuweilen die vordersten Paare der Palpen eine den Kinnladen sehr ähnliche Gestalt haben, und wirklich auch die den Kinnladen eigene Function verrichten, nämlich das Futter zu zerdrücken und zu zertheilen, ehe es in das Maul gebracht wird; diese Hülfskinnladen heißen **Mandibulæ**. In andern Fäl-

len sehen wir, daß diese Organe jede mögliche Zwischenform zwischen Kinnbacken und falschen Füßen einnehmen, so daß es bei diesen gradweisen Uebergangsstufen der Bildung oft schwer fällt, zu entscheiden, zu welcher Art von Organen gerade das gehört, welches man untersucht. Man wollte offenbar dieser Schwierigkeit dadurch entgehen, daß man einen Ausdruck erfand, welcher diese beiden in sich schließt, nämlich den Ausdruck Fußkinnladen (feet-jards). Diese Uebergänge werden durch die beigefügten Abbildungen von einigen dieser Glieder, wie sie bei Mysis Fabricii vorkommen, erklärt; Fig. 97 zeigt die Kinnlade mit ihrem Palpus; die Fig. 98, 99 und 100, das erste, zweite und dritte Paar der Fußkinnladen, und Fig. 101 das erste Paar der wahren Füße. Es scheint nach diesem nun, als ob dasselbe Bildungselement von der Natur sowohl zu dem einen als auch zu dem andern dieser Organe angewandt worden sey, gerade so, wie es im besondern Falle erfordert wurde *).

Beim Hummer, bei den Krabben und vielen andern Crustaceen ist auch das erste Paar der wahren Füße für einen ganz besondern Zweck modificirt; die Klauen, welche am Ende derselben angebracht sind, sind zu großen Scheeren entwickelt und bilden ein mächtiges Organ zum Ergreifen der Beute sowohl, als eine schreckbare Offensivwaffe. Dieses Organ hat die größte Aehnlichkeit mit einem Finger und einem Daumen, und kann Gegenstände, welche es ergreift, mit der größten Gewalt fassen und heftig zusammendrücken. Um dieß mit noch größerer Wirksamkeit auszuführen, sind die innern Ränder beider Theile mit Kerben oder mit sägeförmigen Zähnen versehen.

Der breite Theil der Schale, welcher zu einem Stücke verbunden ist und den obern Theil des Körpers bedeckt, heißt der

*) Savigny, Antonin und Latreille haben in ihren Arbeiten über diesen Gegenstand eine vollkommene Analogie zwischen den einzelnen Theilen der Füße, Fußkinnladen, Kinnladen und Kauwerkzeuge, so wie zwischen diesen und den Palpen und andern Anhängseln des Kopfes aufgestellt, welche Theile in allen gegliederten Thieren, die zu den Classen der Arachniden, Crustaceen, Myriapoden und geflügelten Insecten gehören, vorkommen.

Schild oder Panzer (carapace). Der Schwanz des Krabben ist sehr kurz und mit dem Körper so verbunden, daß er unter denselben geschlagen werden kann. Die Fußkinnladen sind gewöhnlich breit aber kurz; die Gelenke der Glieder sind so beschaffen, daß sie kaum eine Bewegung und zwar in einer schiefen Richtung zulassen. Dieß ist die Ursache, warum die Krabben am leichtesten nach einer Seite hin gehen können, was sie mit der größten Schnelligkeit ausführen, wenn sich irgend eine Gefahr ihnen nähert. Der Hummer ist im Gegentheil besser zum Schwimmen als zum Gehen eingerichtet. Der hintere Theil seines Körpers ist in Segmente abgetheilt, welche mittelst eines merkwürdigen Mechanismus miteinander in Verbindung stehen, indem die Ränder eines jeden Gliedes über das folgende Segment hervorragen und dasselbe theilweise einschließen. Der Schwanz ist dasjenige Organ, das beim Schwimmen am meisten in Anwendung kommt und die ganze Kraft seiner Muskeln wird bei dieser Art der Bewegung in Thätigkeit gesetzt. Da derselbe das Wasser von hinten nach vorwärts schlägt, so kann der Hummer nur rückwärts schwimmen; zugleich wird er durch die Wirkung von fünf Paaren falscher Füße unterstützt, welche an der untern Seite seines Körpers hinter den wahren Füßen ihren Sitz haben und an ihrem Ende eine Ausbreitung besitzen, welche gleich einem Ruder wirkt. Das Ende des Schweifes ist noch bei weitem mehr dazu gebildet, um dem Schlage Nachdruck zu geben, indem hier eine Anzahl flacher Schuppen am Rande desselben angebracht ist, welche, wenn sie ausgebreitet werden, dem Wasser eine breite Oberfläche darbieten.

Die kalkartigen Bedeckungen dieser Crustaceen sind sowohl in Absicht auf Structur, als auch in Absicht auf Zusammensetzung, den Muschelschalen analog; sie enthalten indessen neben dem kohlensauren Kalk auch phosphorsauren. Die kalkartigen sind in einer Membran von bedeutender Festigkeit abgelagert, und bilden mit dieser ein zwar dichtes, aber dünnes und zerbrechliches Organ, welches, um es von den Schalen der Mollusken zu unterscheiden, von Einigen Cruste (Crusta) genannt wurde. Eine feste Hülle dieser Art läßt, wie wir schon früher gesehen haben,

bei den Gelenken; das Thier ſelbſt ſcheint auch auf die größere Leichtigkeit, mit der eine Erneuerung der Klaue an dieſen Theilen bewerkſtelligt werden kann, aufmerkſam zu ſeyn; denn wenn ihm zufälliger Weiſe an dem Endſtücke des Gliedes eine Verletzung zuſtößt, ſo bricht es oft von ſelbſt, durch eigene Anſtrengung, das ganze Glied bei ſeiner Verbindung mit dem Rumpfe ab, weil dort die Stelle iſt, an der das Wachsthum am ſchnellſten vor ſich geht. Bald bedeckt ſich hierauf die Wunde mit einer zarten weißen Membran, welche zuerſt eine convexe Oberfläche darbietet; dieſe wächſt nach und nach in eine Spitze aus, und zeigt bei näherer Unterſuchung ſchon das Rudiment einer neuen Klaue, welche ſich nur langſam, als ob ſie die gehörige Stärke für die gewaltigere Ausdehnung, welche nachher ſtattfindet, ſammeln wollte, entwickelt. Mit der Zunahme des Wachsthumes treibt ſich die Membran nach vorwärts auf, und wird, je mehr ſie ſich ausdehnt, immer dünner, bis ſie am Ende platzt und die neue Scheere zum Vorſchein kommen läßt. Nun vergrößert ſich die Klaue außerordentlich raſch und erhält in wenigen Tagen eine Schale, welche ſo hart iſt als die vorhergehende war. Indeſſen erhält ſie gewöhnlich nicht dieſelbe Größe, ein Umſtand, den uns das häufige Vorkommen von Hummern und andern Krebſen, bei welchen eine Scheere kleiner iſt als die andere, hinlänglich beweiſt. Während des folgenden Schaalenwechſels verſchwindet dieſe Ungleichheit nach und nach. Dieſelbe Reproductionskraft trifft man bei den Beinen, den Antennen und den Kinnladen.

Unſere größte Aufmerkſamkeit wird nun natürlich auf die Löſung der Frage gelenkt, was die Quelle dieſer erſtaunlichen Wiedererzeugungskräfte ſeyn mag. Reaumur hat die Hypotheſe aufgeſtellt, in jedem Gelenke ſey wohl eine gewiſſe Menge von embryonenartigen Gliedmaßen von Anfang an eingeſchachtelt, welche ſich ſogleich entwickeln, ſobald eine Gelegenheit dazu gegeben würde. Ungefähr gerade auf die nämliche Weiſe, wie die Keime der zweiten Zähne in der Kinnlade zurückbleiben, um die erſten zu erſetzen, ſobald dieſe verloren gegangen ſind. Allein dieſe Hypotheſe wird durch die Thatſache umgeſtoßen, daß

wenn das Thier nur einen Theil des Gliedes verliert, nur der fehlende Theil und nicht das ganze Glied neu erzeugt wird. Das Hervorsprossen einer neuen Klaue gibt eine sehr schlagende Analogie mit dem Knospentreiben einer Pflanze ab, indem beide Processe von einem nicht zu erkennenden Keime herrühren, welcher entweder dann erst gebildet wird, wenn es die Umstände gebieten, oder vorher in der Organisation vorhanden war. Wir sind aber aus Mangel an Mitteln durchaus nicht im Stande, zu entscheiden, welche von diesen sich entgegengesetzten Meinungen die wahre sey. Allein es ist nur zu wahrscheinlich, daß Kräfte, die solche wundervolle Wirkungen hervorzurufen im Stande sind, unsere genauesten Untersuchungen für immer vereiteln werden und daß sie zu einer Art von Agentien gehören, welche noch weit außer dem Bereiche menschlicher Untersuchungen sind *).

V. Capitel.

Insecten.

§. 1. Flügellose Insecten, Aptera.

Die flügellosen Insecten, **Aptera**, bilden in der Reihe der gegliederten Thiere die nächste Stufe. Ob sie sich gleich in ihrer

*) Wir können mit der Einschachtelungstheorie von Reaumur durchaus nicht einverstanden seyn, weil sie in der Art, wie sie hier angewandt wird, nirgends bewiesen werden kann. Die Zahnentwickelung ist, wie auf der Hand liegt, ein ganz falsches Beispiel. Daß sich hingegen aus den vorhandenen Theilen ein neuer organischer entwickeln kann, davon gibt uns nicht nur die vergleichende Physiologie Beispiele genug, sondern auch die Lehre von den Afterorganisationen in der Pathologie. Wenn wir — und was wollte es hindern? — bei der letztern eine Einschachtelungstheorie annehmen wollten, so würden wir allen bisher bekannten Naturgesetzen widersprechen, während die Bildungsgeschichte uns von der entgegengesetzten tausend schlagende Beispiele gibt. —

Anm. d. Uebers.

Organisation vielen vorhergehenden Familien anschließen, so sind sie doch von diesen dadurch unterschieden, daß sie ganz besonders für das Leben auf dem Lande geschaffen sind, während jene im Wasser leben. Die meisten niedern Familien dieser Ordnung sind parasitische Thiere, d. h. sie erhalten ihre Nahrung von den Säften anderer Thiere, deren Haut sie angreifen, durchbohren und ihre Saugkanäle in derselben befestigen. Die verschiedenen Gattungen der Milben, **Acarus**, der Läuse, **Pediculus**, der Zecken, **Ricinus**, der Flöhe, **Pulices**, der Erdflöhe, **Podura**, der Familie der Lepismen und Myriapoden, oder Tausendfüße, gehören zu dieser Ordnung. Ich bin genöthigt, diese Familien etwas cursorisch durchzugehen und nur einige bemerkenswerthe Umstände, welche sich auf ihre mechanische Bildung beziehen, anzuführen.

Der Floh ist das einzige flügellose Insect, das in dem Verlaufe seiner Entwickelung vollkommene Verwandlungen durchmacht. In dem ersten Zeitraum seiner Existenz hat er das Ansehen eines langen Wurmes ohne Füße, welcher sich häufig spiralförmig aufrollt. Er besteht aus dreizehn Segmenten und auf jedem derselben sind Haarbüschel befindlich. Im reifen Zustande hat der Floh sechs gegliederte Beine, davon die beiden hintersten größer sind, um das Thier zur Ausführung jener Sprünge fähig zu machen, welche uns bei seiner geringen Größe in Erstaunen setzen und uns einen schlagenden Beweis von dem trefflichen Mechanismus geben, der auch in den niedersten Ordnungen der Thierwelt vorhanden ist.

Der Erdfloh, **Podura**, springt auf eine ganz verschiedene Weise und mittelst einer mechanischen Einrichtung ganz anderer Art in die Luft, indem er dazu seinen Schwanz anwendet, welcher sehr lang ist und an seinem Ende gabelförmig ausläuft. Im gewöhnlichen Zustande ist dieses Organ unter den Leib geschlagen, wo es in einer Grube verborgen liegt. Die einzelnen Theile desselben stehen miteinander in Gelenksverbindung, und zwar so, daß sie mittelst ihrer Muskeln schnell ab- und angespannt werden können, so daß der ganze Mechanismus die Wirkung einer mächtigen Feder hat, wodurch der Körper auf

eine beträchtliche Strecke vorwärts gebracht wird. Bei einigen Gattungen hat dieser biegsame Schwanz eine abgeplattete Form, damit das Insect von der Oberfläche des Wassers wegspringen könne; eine Handlung, welche es offenbar mit derselben Leichtigkeit ausführt, als wenn es von einer festen, unnachgiebigen Ebene wegspränge.

Das Lepisma springt mittelst beweglicher Anhängsel, welche längs der untern Seite des Körpers in einer doppelten Reihe liegen und die Wirkung von Springfüßen haben. Es gibt acht Paare dieser Glieder, welche in Absicht auf Lage und Structur den falschen Füßen der Crustaceen gleichen und gleich diesen in vereinigten Filamentenbüscheln endigen.

Der Julus und die Scolopendra, welche die Familie der Tausendfüße, Myriapoda, bilden, so genannt von der außerordentlichen Menge ihrer Füße, erleiden in gewisser Hinsicht eine Art von Verwandlung während ihrer Entwickelung. Kurz nachdem sie ausgeschlüpft sind, haben sie keine Art von Füßen und sind nur Würmern ähnlich. Erst später kommen Füße zum Vorschein, jedoch nach und nach, und erst in den letzten Perioden ihres Wachsthumes bekommen diese Thiere die volle Ausbildung ihrer Segmente nebst den dazu gehörigen Füßen. Der Julus terrestris z. B. hat bei seiner Geburt nur acht Segmente und sechs Füße; allein er erhält im Laufe seiner Entwickelung fünfzig Segmente und bei zweihundert Füße. Die vordern Füße gehen schief nach vorn, während die übrigen mehr oder weniger nach hinten gehen. Die Kinnladen haben die Gestalt kleiner Füße, wie wir dieß häufig bei den Crustaceen sahen.

§. 2. Geflügelte Insecten.

Wir wenden nun unsere Aufmerksamkeit den höher entwickelten Insecten zu, welche mit der Eigenschaft begabt sind, sich in der Luft bewegen zu können. An diesen Thieren, welche die reichhaltigste Classe des ganzen Thierreiches bilden, hat die Natur die auserlesensten Gaben thierischer Kräfte verschwendet, so weit dieß mit der niedern Stufe, auf welche sie sich bei der

Bildung derselben beschränkt hat, vereinbar war. Das allgemeine Modell, das sie sich bei der Construction derselben zum Muster genommen hat, ist von der Art, daß die größte Sicherheit gegen feindliche Eingriffe der Außenwelt, mit der größten Entwickelung der Kräfte der Ortsbewegung, vereint wurde. Zugleich war der Ausübung aller Fähigkeiten, welche zum Vergnügen des Thieres beitragen und so sehr characteristisch für das höhere Thierleben sind, der größte Spielraum gegeben. Für den ersten dieser Gesichtspuncte wurde von der Natur dadurch gesorgt, daß die weichen Organe in dichte und hornige Bedeckungen eingeschlossen wurden, wodurch ein äußeres Skelet gebildet wird, das die Eingeweide unterstützt und schützt, zugleich aber auch den Muskeln eine gehörige Oberfläche zum Ansatze darbietet, von deren Thätigkeit alle die verschiedenen Bewegungen des Systemes hergeleitet werden.

Das Muskelsystem der vollkommenen Insecten ist außerordentlich zusammengesetzt. Lyonnet hat eine ungeheure Anzahl von Muskelbändern in der Weidenraupe beschrieben und abgebildet; und die Abbildungen, die er davon gab, gingen als Copieen in die verschiedensten Bücher, welche zur Erklärung dieser Theile der Insecten dienen, ein. Das neue Werk von Strauß Dürckheim gibt uns ebenfalls ein schlagendes Beispiel von der wunderbaren Einrichtung in den Muskeln des Maikäfers, Melolontha vulgaris, dessen Anatomie dieser ausgezeichnete Entomolog bis auf das Kleinste hinaus verfolgt hat. Die Abbildung Fig. 102, welche diese Muskeln darstellt, ist eine sehr sorgfältig ausgeführte Copie nach seinen so schön vollendeten Kupfern. Die größte Masse von Muskelfasern, A, zeigen diejenigen Muskeln, welche dazu bestimmt sind, die Flügel herabzubewegen; sie sind verhältnißmäßig von einer außerordentlicher Größe und Stärke.

Wenn wir die verschiedenen Bildungen betrachten, welche das feste Gerüste der Insecten bilden, so finden wir, daß es in jeder Hinsicht dem allgemeinen Typus der Ringthiere in jeder Beziehung ähnlich ist, indem es aus verdickten Theilen der allgemeinen Bedeckungen besteht, welche den Körper ringförmig

umgeben. Jedoch sind diese Theile auf verschiedene Weise untereinander verbunden und verdichtet, offenbar in der Absicht, um denselben einen höhern Grad von mechanischer Festigkeit und Elasticität zu verleihen, als wenn sie nur einzelne Stücke wären. Ein langer elastischer Körper, wie er den Myriapoden eigen ist, hätte nicht leicht durch die Lüfte getragen werden können; denn jede Biegung hätte einen Widerstand verursacht, und das Fortkommen während des Fluges behindert. Daher wurde der Körper des Insectes, welchem in seiner letzten Gestalt diese Art der Fortbewegung angehört, dadurch verkürzt, daß die Anzahl seiner Körpersegmente verkleinert wurde und denselben größere Einfachheit und Compactheit zu Theil ward. Diejenigen Segmente, welche dazu bestimmt waren, die Flügel zu unterstützen, wurden erweitert, um die mächtigen Muskeln, die sie enthalten, in sich aufzunehmen; und zugleich dicht und unnachgiebig gemacht, um die Wirkung derselben auszuhalten.

Ferner hat die Natur die Insecten mit Instrumenten versehen, welche zu verschiedenen Arten äußerer Thätigkeiten vorhanden sind. Diese bestehen in gegliederten Hebeln, welche auf verschiedene Weise untereinander in Verbindung stehen und Füße, Klauen, Scheeren, Ruder, Gefühlspalpen und endlich Flügel bilden, welche darauf berechnet sind, jede verschiedene Art des Ergreifens, des Fortschreitens, oder sonst einer Thätigkeit, welche erfordert wird, auszuführen.

§. 3. Von der Entwickelung der Insecten.

Es scheint, als ob die letzte Vollendung so zahlreicher, unter sich so sehr verschiedener, und gegenseitig durch so manchen Einfluß untereinander verbundener Organe nur dadurch erreicht werden konnte, daß das Thier einer langen Reihe von Modificationen unterworfen wurde und manche Zwischenstufen der Entwickelung durchging. In der frühesten Periode des Lebens hat kein Insect die Kraft, sich im Fluge zu bewegen; denn ehe die Structur seines Körpers die Leichtigkeit erhalten kann, vermöge welcher es sich in die Luft erhebt, und ehe es sich die Werkzeuge bilden kann, welche fähig sind, auf

ein so leichtes Element zu wirken, muß es einige vorbereitende Veränderungen durchmachen, deren einige so beträchtlich sind, daß sie den Namen Metamorphosen (Verwandlungen) den man ihnen gegeben hat, rechtfertigen*). Doch ist der Zustand der Vollkommenheit bei jedem Gegenstand, der zur thierischen Existenz gehört, schnell vorübergehend. Wenn das Insect mittelst einer langsamen Entwickelung die letzte Vollendung seiner Organe erreicht hat, so eilt sein Leben schnell seinem Ende zu, und die Periode des vollkommenen Zustandes ist im Allgemeinen die kürzeste seines ganzen Lebens.

Die Geschichte der aufeinanderfolgenden Entwickelungsstufen der Insecten eröffnet uns ein höchst interessantes Feld für philosophische Untersuchungen. In einer gewissen Periode des frühern Lebens dieser Thiere scheint das Wachsthum aller Theile gleichmäßig und einförmig vor sich zu gehen; doch bei den folgenden Epochen gewinnen manche Theile ein größeres und plötzliches Wachsthum, und andere, welche zuvor in einem rudimentartigen Zustande sich befanden, werden außerordentlich entwickelt und bilden diejenigen Organe, welche uns als eine ganz neue Bildung erscheinen, obgleich ihre Elemente von der frühesten Periode an vorhanden waren. Die Modificationen, welche die härtern und festern Gebilde der Insecten während dieser Veränderungen darbieten, sind von besonderer Wichtigkeit, indem sie die Principien, auf welchen diese Entwickelung beruht, ins Licht setzen. Die Untersuchungen der neuern Entomologen haben zu der Ueberzeugung geführt, daß das Gerüste oder das Skelet der Insecten immer aus der Verbindung bestimmter, abgeschlossener Elementartheile besteht, welche von Anfang an von einander unterschieden sind; die aber auf die verschiedenste Weise miteinander verbunden und verknüpft werden, während das Thier im Wachsthume vorwärts schreitet, wobei sie in Absicht auf Ausdehnung und Entwickelung der verschiedenen

*) Verwandlungen, die ebenfalls sehr merkwürdig sind, kommen auch bei andern Thiergattungen vor, die zu andern Classen gehören, wie z. B. beim Frosche unter den Reptilien, und der Lernæa bei den parasitischen Würmern.

Theile die allergrößte Ungleichheit zeigen. Die Erweiterung irgend eines Theiles bringt einen gewissen Einfluß auf alle Nachbartheile hervor, und auf diese Weise wird der Grund zu allen den endlosen Verschiedenheiten gelegt, welche den einzelnen Species, die zu jedem Haufen und zu jeder Familie gehören, eigen sind.

Wir können bei dem Fortschreiten der Entwickelung zwei Principien erkennen, welche, ob sie gleich augenscheinlich einander entgegengesetzt sind, sich harmonisch im Ganzen miteinander zu einer Wirkung verbinden: es sind diese die Principien der Expansion und der Concentration. Es folgt z. B. hieraus, daß diejenigen Segmente des Körpers, welche auf den Kopf folgen, außerordentlich vergrößert sind, um die erst später entwickelten Locomotionsorgane zu unterstützen; zugleich sind sie auch mehr verdichtet und durch die Vereinigung mancher Theile, welche früher getrennt waren, verstärkt. Die ganz hintern Segmente, welche keine solche Anhängsel zu tragen haben, sind wieder weniger erweitert, und der ganze Körper wird durch die Annäherung der Segmente, welche auf diese Weise den Abdomen oder den Hinterleib des Insectes bilden, bedeutend verkürzt.

Der Hergang der Metamorphose der Insecten ist in der Naturgeschichte der Lepidopteren, oder der Familie der Schmetterlinge und der Motten, am deutlichsten zu sehen*). Aus dem Ei, das vom Schmetterlinge gelegt wird, entsteht eine Raupe, ein Thier, das in seiner äußern Gestalt durchaus keine Aehnlichkeit mit dem elterlichen Thiere, noch mit der Form hat, die es nachher annimmt. Es ist in der That, sowohl in Absicht auf seine äußere Erscheinung, als auch in Betreff seiner mechanischen Bildung einem Wurme ähnlich. Man findet dieselbe verlängerte cylindrische Gestalt, dieselbe ringförmige Bildung der dichtern Theile seiner Bedeckungen, dieselbe Einrichtung von Längen- und Quermuskeln, welche diese Ringe verbinden, denselben Apparat von

*) Die vier Lebensperioden des Bombyx mori, oder des Schmetterlinges der Seidenraupe sieht man in den Abbildungen. Fig. 103 sind die Eier, Fig. 104 die Larve oder Raupe, Fig. 105 die Chrysalide oder Puppe, und Fig. 106 das Imago, der Schmetterling, das vollkommene Insect.

kurzen Füßen mit Klauen oder Borsten oder Haarbüscheln, um die Fortbewegung zu erleichtern; kurz, alle Verhältnisse, welche für den wurmförmigen Typus so characteristisch sind, finden sich bei den verschiedenen Gattungen der Raupen ebenso ausgesprochen, als bei den eigentlichen Anneliden.

Jedoch haben diese wurmförmigen Insecten die Eigenthümlichkeit, daß sie in ihrem Innern alle Organe des vollkommenen Insectes in rudimentartigem Zustande enthalten. Allein diese Organe sind mittelst einer großen Menge von membranartigen Bedeckungen, welche gleich den Schalen einer Zwiebel übereinandergelagert sind, dem Auge entzogen; diese Bedeckungen aber springen eine nach der andern auf, je mehr jene innern Theile sich nach und nach entwickeln. Diese äußern Bedeckungen, welche die wahre Form des künftigen Thieres verbergen, wurden mit einer Maske verglichen, so daß das Insect, während es diese Verkleidung trägt, Larva genannt wurde, was der lateinische Name für Maske ist.

Diese mühselige Art der Entwickeluug war wegen der größern Festigkeit der Bedeckungen des Insectes, im Vergleiche mit den Anneliden, nothwendig. Je mehr diese an Dichtheit gewinnen, desto weniger sind sie einer weitern Ausdehnung fähig, und gelangen am Ende zu der Gränze ihres Wachsthumes. Alsdann verhindern sie die Erweiterung der innern Organe und müssen aufspringen, um dem fernern Wachsthum des Insectes Raum zu gestatten. In derselben Zeit war unter dieser Hülle eine neue Bedeckung entstanden, welche für eine größere Form gebildet schien und eine größere Ausdehnung zuläßt als die vorhergegangene. In dem ersten Zeitraum gibt diese neue Bedeckung der von Innen herrührenden Ausdehnungskraft leicht nach und dadurch erhalten die Entwickelungskräfte einen neuen Spielraum, so lange, bis dieselbe zu starr wird, um sich ferner ausdehnen zu können, und wiederum aufzuspringen, um einer andern Bedeckung Platz zu machen. Dieß ist der Proceß, welcher lange Zeit, ehe die Form ihre volle Größe erreicht hat, stattfindet.

Diese aufeinanderfolgenden Abschuppungen der Haut sind

eben so viele Vorbereitungsstufen für eine viel wichtigere Veränderung. Es kommt alsdann eine Zeit, wo mit einem Male alle Bedeckungen des Körpers aufspringen und das Insect die Form der Puppe oder der Chrysalide annimmt. In diesem Zustande ist das Thier gleichsam in ein Tuch eingewickelt, ohne irgend eine Andeutung von äußern Gliedern und nur mit schwachen Lebenszeichen begabt. So bleibt es eine gewisse Periode lang, während welcher das innere System fortfährt, an der weitern Heranbildung der Organe fortzuarbeiten, so lange, bis die Periode herannaht, wo das Thier in die Welt hinaustreten kann, die Fesseln, die es eingeschlossen hielten, abschüttelt, und eine neue Lebensart beginnt. Der Wurm, welcher noch kurz vorher mit langsamem und mühseligem Schritte an der Oberfläche der Erde hinkroch, schwärmt nun unter den lustigen Bewohnern der Lüfte umher; und indem er seine neu erhaltenen Schwingen entfaltet, stürzt er sich mit Lust in ein Element, wo er freien Gebrauch von seinen Kräften machen kann, welches ihn zu Gegenständen trägt, die ihn befriedigen, und wo neue Scenen von Lust und Vergnügen seiner warten.

Die frühern Entwickelungsperioden der Insecten zeigen, wie wir gesehen haben, ein Zurückfallen zu denjenigen Bildungen, welche in den niedersten Regionen dieser Thierreiche beobachtet werden. Die Larve, oder das Kinderleben des Insectes, ist in allen ihren mechanischen Verhältnissen nichts anderes als ein Wurm. Auf der andern Seite zeigt das Imago, oder das vollkommene Thier, schlagende Analogien mit den Crustaceen, und zwar nicht nur in Absicht auf die allgemeine Körperform, sondern auch in der verdichteten Textur seiner Organe (namentlich derer, welche das Skelet bilden) und ferner darin, daß diese Thiere starre Hebel besitzen, die articulirten Gliedern gleichen und mit großen und starken Muskeln versehen sind, wodurch im Ganzen die größte Freiheit und Ausgiebigkeit der Bewegungen entsteht. Diesem schon an und für sich sehr ausgebildeten Körper hat die Natur noch obenein Flügel verliehen, äußerst fein construirte, einer höhern Ordnung der Bewegungen angehörige Werkzeuge, welche einem weitern Kreise der Existenz angehören

und den Weſen, die ſie beſitzen, den höchſten Rang unter den niederern Bewohnern des Erdballs verleihen.

Die mechaniſchen Functionen der Inſecten können wegen der ſo großen Verſchiedenheit ihrer Formen, Gewohnheiten und Verrichtungen, welche man bei den unzählbaren Schaaren von Weſen, welche in dieſem ſo weit ausgedehnten Reiche der Thierwelt ſich befinden, nicht wohl unter allgemeine Principien gebracht werden. An dieſen kleinen Thierchen kann man alle diejenigen mechaniſchen Apparate und Inſtrumente entdecken, welche wir bei den größern Thieren finden, und die, obgleich ſie ſonſt den verſchiedenen Claſſen dieſer Thiere allein eigen ſind, hier häufig bei demſelben Individuum vereinigt zu finden ſind. Die Inſecten ſchwimmen, tauchen, kriechen, gehen, laufen, ſpringen oder fliegen mit derſelben Leichtigkeit, wie die Fiſche, Reptilien, Säugethiere oder Vögel. Außerdem aber hat eine große Anzahl derſelben noch andere Bewegungen, welche denſelben eigenthümlich ſind und wovon wir in andern Theilen des Thierreiches kein Beiſpiel kennen.

Indem ich es unternehme, eine Skizze über die Bewegungen der Inſecten und des Mechanismus, mittelſt welchem ſie ausgeführt werden, zu zeichnen, ſo kann ich bei der großen Ausdehnung des Gegenſtandes nicht umhin, mich auf ziemlich allgemeine Geſichtspuncte zu beſchränken, und muß diejenigen meiner Leſer, welche eine genauere Belehrung über dieſen Gegenſtand wünſchen, auf die Werke der Entomologen von Profeſſion verweiſen.

Die mechaniſchen Verhältniſſe eines Inſectes in ſeinen verſchiedenen Zuſtänden: der Larve, der Puppe und des vollkommenen Inſectes, ſind ſo weit von einander verſchieden, daß es nothwendig wird, ſie getrennt zu betrachten. Jedoch iſt in manchen Familien der Unterſchied zwiſchen der Larve und dem vollkommenen Inſect weniger beträchtlich als in andern. Die z. B., welche zu den Ordnungen Hemiptera und Orthoptera gehören, kommen beinahe unter derſelben Form aus dem Ei, welche ſie im reifen Zuſtande beibehalten; ausgenommen, daß ſie zuerſt keine Flügel haben, welche Organe mit dem Fortſchreiten des Wachsthumes

entstehen und das Thier in den Zustand des Imago oder vollendeten Insectes versetzen.

§. 4. Wasserlarven.

Viele, in ihrer vollen Entwickelung so vollkommen als möglich für den Flug organisirte, Insecten sind, wenn sie sich im Larvenzustande befinden, gänzlich Wasserthiere. Einige haben nicht einmal Füße oder andere äußere, zur Bewegung dienende Werkzeuge, sondern schwimmen blos mittelst abwechselnder Biegungen ihres Körpers von einer Seite zur andern, auf dieselbe Art, wie Nais und der Blutegel. Zuweilen werden diese Bewegungen durch abgebrochene Stöße vollführt, welche einen unregelmäßigen zickzackförmigen Lauf zur Folge haben; dieß ist der Fall bei der Larve der Schnake und vielen andern, welche keine Füße haben. Bei der Larve der Libellula oder Wasserjungfer hat die Natur eine besonders künstliche Einrichtung getroffen, um dem Körper ohne den Beistand äußerer Glieder einen Impuls zu geben. Sie besteht darin, daß in eine, am hintern Theile des Körpers angebrachte, Röhre Wasser eingesogen wird, aus der es plötzlich ausgestoßen werden kann, so daß das Thier in entgegengesetzter Richtung vorwärts getrieben wird, nach demselben Princip, nach welchem eine Rackete, vermöge des Gegendrucks der Luft, in die Höhe steigt. Man hat schon öfter vorgeschlagen, die Kraft des Dampfes zur Erzeugung einer Wirkung anzuwenden, welche der ähnlich ist, davon uns hier die Natur ein so vollkommenes Beispiel gibt, um dadurch Schiffe statt der gewöhnlichen Art zu schiffen, in Bewegung zu setzen.

Einige Larven, wie die der Stratiomys, sammeln eine Luftblase, welche sie am Ende ihres Schwanzes in einem Haarbüschel aufbewahren, augenscheinlich in der Absicht, die specifische Schwere des Körpers zu vermindern, und auf diese Weise den Muskelthätigkeiten, vermöge welcher sie sich durch das Wasser fortbewegen, mehr Nachdruck zu geben. Diese Haarbüschel sind aber noch zu einem andern Gebrauche vorhanden: denn indem sie das Wasser abstoßen, machen sie das Thier fähig, sich auf der Oberfläche desselben aufzuhängen, wovon wir früher bei der Be-

trachtung der Naturgeschichte der Hydra ein Beispiel gesehen haben.

Die Wirkung des Impulses, den sich das Thier durch Seitenkrümmungen seines Körpers gibt, wird in vielen Fällen durch kleine Füße unterstützt; jedoch schwimmen die Larven der Ephemera, ob sie gleich mit Füßen versehen sind, ohne dieselben zu gebrauchen, blos mittelst ihres Schwanzes. Die des Dytiscus, des Wasserkäfers, sind mit einem Paar langer Glieder versehen, welche von den Seiten her auf eine beträchtliche Weite hinausragen und an den Enden abgeflacht sind, um als Ruder zu dienen. Die Larven des Hydrophilus sind ebenfalls wundervoll zum Schwimmen eingerichtet, so daß sie nicht nur mit erstaunlicher Schnelligkeit sich vorwärts werfen können, sondern auch mit der größten Leichtigkeit im Stande sind, sich nach allen Directionen hin zu wenden.

§. 5. Erdlarven.

Die Bewegungen der Larven, welche nicht im Wasser leben, sind denen der Anneliden, welchen sie in Absicht auf ihre äußere Form und mechanische Structur außerordentlich ähnlich sind, vollkommen analog. Die Muskeln, durch welche die ringförmigen Segmente des Körpers bewegt werden, sind außerordentlich zahlreich und stehen mit den Bewegungen, welche durch sie hervorgerufen werden sollen, im schönsten Einklang. Die Untersuchungen über die Structur dieser so kleinen Organe haben schon lange die Talente der geschicktesten Entomologen in Anspruch genommen, und bieten dennnoch manches dar, was noch zu untersuchen wäre. Lyonnet's Untersuchungen über die Anatomie der Weidenraupe*), welche schon früher angeführt wurden und welchen ganz ausgezeichnete, von ihm selbst angefertigte, Kupfer beigegeben sind, werden immer ein glänzendes Beispiel von Geduld und Ausdauer in Ueberwindung der Schwierigkeiten seyn, welche bei diesen Gegenständen dem Untersucher entgegentreten. In dem Körper und den Gliedern dieser Raupe zählte Lyonnet

*) Die Raupe des Cossus ligniperda. *Fabricius.*

mehr als 4000 besondere Muskelbündel, welche alle mit der vollkommensten Symmetrie geordnet sind und mit wunderbarer Genauigkeit zur Erfüllung der gewünschten Wirkungen angewandt werden.

Gerade so, wie bei den einfachern Formen der Anneliden, wird bei diesen Larven oft die Weiterbewegung blos durch aufeinanderfolgende Zusammenziehungen und Ausdehnungen der ringförmigen Segmente bewirkt, welche in einigen Fällen durch kurze Haare und häufig auch durch die Secretion einer schleimigen Flüssigkeit, welche aus ihren Körpern ausschwitzt, unterstützt wird. Manche Larven, welche keine Füße haben, bewegen sich dadurch, daß sie zuerst ihren Körper ringförmig zusammenbiegen, so daß sich Kopf und Schwanz begegnen, und dann vermöge einer plötzlichen Ausdehnung des Rückens vorwärts springen, wodurch dasselbe bewirkt wird, wie wenn man einen Bogen erst spannt und dann plötzlich losläßt. Einige Larven können mittelst eines Kunstgriffes ähnlicher Art auf beträchtliche Entfernung springen, indem sie durch einen gewaltsamen Ruck die Krümmungen ihres Körpers gerade machen.

Einige Larven bewegen sich vermittelst ihrer Kinnladen, indem sie zuerst den Kopf fixiren und dann den übrigen Körper hinter diesem nachziehen. Auf diese Weise bewegen sich die Larven des Cerambyx, oder des Holzbockes, wenn sie sich durch die gewundenen Gänge, die sie sich selbst gegraben haben, hindurchwinden wollen; sie halten sich dabei mit den Kinnladen fest und ziehen sich vorwärts. Diese Bewegungen werden durch das Vorhandenseyn von knopfförmigen Erhabenheiten an den verschiedenen Theilen des Rückens und an dem untern Theil des Körpers unterstützt, so, daß diese Insecten in ihren Höhlen gerade so sich vorwärts bewegen, wie ein Kaminfeger, der mittelst eines kraftvollen Andrückens seiner Ellbogen, Schultern und Kniee das Kamin hinaufkriecht.

Um den Insecten einen festern Halt an den Oberflächen, die sie zu passiren haben, zu geben, beobachten wir häufig, daß sie mit Stacheln oder Haken versehen sind, welche durch besondere Muskeln bewegt werden. Diese Organe sind an ver-

schiedenen Theilen des Körpers befindlich. Bei diesen und andern Theilen, welche in verschiedenen Graden zur Fortbewegung dienen, sind aber die unendlichsten Modificationen bemerkbar. Jeder mögliche Stufengrad findet sich ebenfalls zwischen den bereits angeführten knopfförmigen Höckern und den mehr regelmäßig geformten Füßen oder Beinen. Diejenigen Organe, welche man als falsche Beine betrachtet hat, nehmen zwischen diesen beiden Extremen die Mittelstufe ein. Sie bestehen aus fleischigen und zurückziehbaren Höckern, und sind häufig in sehr großer Anzahl vorhanden, indem die Anzahl der wahren Beine auf sechs beschränkt ist. Diese letztern sind die Repräsentanten der Beine des künftigen vollkommenen Insectes; sie sind an die drei ersten Segmente des Körpers befestigt und werden durch einzelne miteinander verbundene Theile gebildet, welche den drei vornehmlichsten Gliedern des vollkommenen Insectes ähnlich sind. Die wahren Beine sind allgemein mit einer hornigen Hülse umgeben, während die Bedeckungen der falschen durchaus häutig sind. Der Nutzen dieser falschen Beine ist blos der, dem Körper als Unterstützungspuncte zu dienen, während das Insect geht, um dafür zu sorgen, daß der hintere Theil desselben nicht auf dem Boden nachgeschleift werde. Häufig endigen sie sich mit einfachen oder doppelten Haken und haben zugleich an ihrem Rande eine aus krummen Stacheln bestehende Krone. Diese Haken oder Stacheln machen das Thier geschickt, sich an glatten Oberflächen fest anzuhalten oder an den dünnsten Zweigen hinanzukriechen, was durch die Anwendung gewöhnlicher Füße niemals hätte geschehen können.

Die Schnelligkeit, mit welcher die meisten dieser Larven sich bewegen können, wird, von dem Besitz der Füße abgesehen, durch manche Umstände verändert; denn einige Raupen können sich nur sehr langsam bewegen, indem andere sehr schnell vorwärts schreiten. Folgendes ist die Ordnung, in der sich die Füße gewöhnlich bewegen: zuerst wird der vordere und der hintere Fuß derselben Seite in demselben Moment zugleich mit dem zwischenliegenden Fuß der andern Seite vorgeschoben, so daß diese Bewegungsart abwechslungsweise an beiden Seiten vorkommt.

Es gibt eine Art von Raupen, welche man Geometer oder Spanner nennt, die dadurch gehen, daß sie zuerst die vordern Füße fixiren, alsdann den Körper zusammenschieben, so daß er einen vertical stehenden Bogen bildet, und auf diese Weise den hintern Theil der Raupe, welcher falsche Füße besitzt, dem Kopfe nahe bringt. Wenn alsdann das hintere Ende mittelst der falschen Füße, die sich an diesem Thier befinden, festgehalten wird, so wird der Körper wieder in eine gerade Linie ausgedehnt. Dadurch, daß dieser Proceß wiederholt wird, geht die Raupe mittelst einer Folgereihe von Schritten vorwärts, als wollte sie die Entfernung dadurch messen, daß sie ihren Körper in einen Cirkel verwandelt. Während sie dieß ausführt, sorgt sie dadurch noch mehr für ihre Sicherheit, daß sie einen Faden spinnt, welchen sie an verschiedenen Theilen des Körpers, auf dem sie wandelt, befestigt. Ein Beispiel von der Größe der Muskelkraft, welche manche Raupen auszuüben im Stande sind, gibt der Umstand, daß sie sich oft an einen Gegenstand befestigen und den Körper frei ausstrecken, als wäre er ein starrer Cylinder, eine Stellung, welche namentlich bei diesen Geometern vorkömmt.

Viele andere Raupengattungen besitzen ebenfalls die Kunst, seidene Fäden zu spinnen, wodurch sie namentlich dann unterstützt werden, wenn sie über glatte Oberflächen gehen oder sich von hohen Gegenständen durch die Luft herablassen wollen. Die Kohlraupe kann auf diese Weise an einer Glastafel auf- und abkriechen, indem sie Fäden befestigt, die sie zickzackförmig ausspinnt und sich auf diese Weise eine Strickleiter bildet. Das Material, aus welchem diese Fäden gesponnen werden, ist eine klebrige Secretion, welche, wenn sie auf das Glas abgelagert wird, fest an ihm hängen bleibt und sehr bald durch die Einwirkung der Luft Härte und Consistenz gewinnt.

Andere Raupen, welche auf Bäumen leben und öfters veranlaßt werden, von einem Aste zu dem andern zu gehen, befestigen einen Faden von demselben Material, welcher ins Unendliche verlängert werden kann; und auf diese Weise können sie sich nach Gefallen entweder in der Luft aufhängen oder sich auf die Erde herablassen. Während des ganzen Weges, den sie zu-

rücklegen, spinnen sie Fäden, so daß sie immer ganz leicht auf ihren Fußtapfen zurückgehen können, indem sie den Faden, den sie zurückgelassen haben, ergreifen und so zu der Höhe wieder emporsteigen, von der sie sich haben herabfallen lassen.

§. 6. Das vollkommene Insect, Imago.

Der Proceß, den die Natur bei der Entwickelung des Insectenkörpers befolgt hat, besteht in einer gradweisen Erhärtung und Befestigung der Textur der Organe und der Vereinigung und Concentration derselben. Wir finden, daß die Körpersegmente, welche bei den Larven voneinander entfernt sind, bei dem vollkommenen Insect einander genähert und oft fest mit Bändern untereinander verbunden sind; und in manchen Fällen so zusammenhängen, daß sie nur ein einziges Stück bilden. Auf diese Weise wird die Anzahl der einzelnen Theile, welche den festen Körper bilden, bedeutend vermindert. Andere Segmente aber schlagen sich nach innen um und bilden so innerliche Fortsätze, welche dem Skelet mehr Ausdehnung geben und dasselbe zusammengesetzter machen.

Da die allgemeinen Bedeckungen der Insecten für die ganze Lebensdauer des Thieres berechnet sind, so sind sie dicker und fester als die ihrer Larven, und bestehen aus gewissen Lagen, bei welchen man die Bestandtheile der Bedeckungen größerer Thiere leicht unterscheiden kann. Die Festigkeit derselben kommt nicht wie bei den Muschelschalen von einer Beimischung des kohlensauren Kalkes her, von dem sie nur einen ganz geringen Antheil enthalten; sondern von phosphorsaurem Kalke, der beinahe die einzige kalkartige Substanz ist, aus der sie bestehen.

In ihrer äußern Erscheinung nähert sich die Textur derselben mehr dem Horn als jedem andern thierischen Product; jedoch was ihre chemische Verbindung betrifft, so sind sie von allen bisher bekannten eiweißartigen Gebilden verschieden. Die Substanz, der sie ihre characteristischen Eigenschaften verdanken, ist von einer ganz besondern Beschaffenheit. Odier*) hat sie Chitin

*) Annales de chimie, Tom. 76.

und Lassaigne Entomolin genannt *). Man findet diese Substanz in großer Quantität in den Flügeln und Flügeldecken der Coleopteren (Käfer); sie ist dadurch ausgezeichnet, daß sie sich nicht wie das Horn durch die Einwirkung der Wärme schmilzt; denn die Bedeckungen der Insecten behalten selbst, nachdem sie einer Rothglühhitze ausgesetzt und in Asche verwandelt worden sind, ihre eigenthümliche Gestalt bei. **).

Mit dieser Substanz ist eine Quantität färbender Materie verbunden, welche gewöhnlich eine dunkelbraune oder schwarze Farbe besitzt. Allein diejenige Farbe, welche auf der Oberfläche der Theile vorkömmt, gehört gewöhnlich einem andern Theile jener Materie an und liegt auf den andern Theilen gleich einem Firniß, ist im Wasser und Aether auflöslich und kann mit Hülfe dieser Agentien entfernt werden. Die Farben, welche die Insecten zeigen und welche von der Gegenwart dieser letztern Substanz herrühren, sind oft sehr glänzend, und oft wird, wie es bei manchen andern Thierclassen der Fall ist, die Intensität der Tinten durch die Einwirkung des Lichtes erhöht. Die Flügeldecken der tropischen Insecten haben einen prächtigen Metallglanz, welcher von der Zurückstrahlung der prismatischen Farben herrührt; und dieselben mannigfachen Farben zieren die Flügel der Schmetterlinge, welche jene Gegenden bewohnen.

Auf verschiedenen Theilen der Körperoberfläche der Insecten wachsen Haare. Wo die allgemeinen Bedeckungen häutig und durchscheinend sind, kann man auf das Genaueste erkennen, daß sie aus verdickten Wurzeln oder Zwiebeln entstehen und durch Oeffnungen in der Haut herauskommen; gerade so wie es bei den Haaren der größern Thiere der Fall ist. In ihrer chemischen

*) Siehe das Werk von Strauß Dürckheim, Seite 33.

**) Odier hat aus seinen Versuchen geschlossen, daß diese Substanz keinen Stickstoff enthalte. Dieß rührte aber wahrscheinlich von einem zu übereilten Experimente her, wie Children gezeigt hat, der diese Theile nach einer andern Methode untersuchte und dabei fand, daß das Chitin der Cantharіden nicht weniger als neun bis zehn Procent Stickstoff enthält. Siehe Zoological Journal, I, 111—115.

Zusammensetzung aber sind sie von jenen sehr verschieden, indem sie aus derselben Substanz, wie die Bedeckungen gebildet werden, nämlich aus Entomoline. Wozu diese Haare eigentlich vorhanden sind, ist nicht ausgemacht. In manchen Fällen scheinen sie den Nutzen zu haben, daß sie die Bedeckungen vor der Einwirkung des Wassers schützen, indem sie dasselbe von der Oberfläche zurücktreiben. Eben so verhindern sie die Schädlichkeiten, welche von der Reibung herrühren, daher man sie in Theilen, welche am meisten miteinander in Reibung kommen, z. B. in der Nähe der Gelenke, am häufigsten antrifft.

Die Abtheilungen des Körpers sind bei diesen Thieren oft durch tiefe Einschnitte (Kerben) bezeichnet, daher ihnen auch der Name Insecten (Kerbthiere) von dieser Art der Trennung gegeben wurde. Es ist dieß jedoch ein Character, der im Allgemeinen allen Gliederthieren eigen ist, deren typische Form, wie wir gesehen haben, aus einer Reihe von Ringen oder Segmenten besteht, die an ihren Enden einer Längenachse entlang aneinander befestigt sind. Die Haupttheile, in welche der Körper eingetheilt wird, sind: der Kopf, der Rumpf und der Hinterleib, deren jeder wieder aus besondern Segmenten besteht. In den beiliegenden Figuren habe ich eine Darstellung der verschiedenen Theile gegeben, welche das feste Gerüste oder das Skelet eines zu den Käfern gehörigen Thieres **Calosoma sycophanta** (**Carabus sycophanta**, *Linné*) vorstellt. Das ganze Insect, welches ein Beispiel der vollkommensten Skeletart dieser Thierclassen ist, sieht man in Fig. 107. abgebildet, und die einzelnen losgetrennten Segmente vergrößert in Fig. 108. Der Kopf (C, Fig. 108) kann als aus drei Segmenten bestehend betrachtet werden, der Rumpf ebenfalls aus drei (X, Y, Z) und der Hinterleib (B) aus neun. Fig. 109. zeigt eine Ansicht des vom Rumpfe getrennten Kopfes von hinten, so daß man seine ringförmige Gestalt erkennen kann, und die Aehnlichkeit seiner Ringe des **Thorax**, von dem er ein natürliches Nachbild im Kleinen ist, einsieht.

Der Kopf enthält das Gehirn oder vielmehr den größten Nervenknoten, die Organe der Empfindung und die Kauorgane.

Wenn man ihn seiner Größe nach mit dem übrigen Körper vergleicht, so findet man bei verschiedenen Insecten die allergrößten Abweichungen und trifft ihn verhältnißmäßig größer an, als im Larvenzustand. Die äußere Bedeckung desselben, welche man nach der Analogie mit den Wirbelthieren das Cranium oder den Schädel genannt hat (C, Fig. 108), ist gewöhnlich der härteste Theil der allgemeinen Kruste. Obgleich es bei einer oberflächlichen Untersuchung scheinen mag, als bestünde er aus einem ungetheilten Stücke, so findet man doch, wenn man seine gradweise Entstehung untersucht, daß er in der That aus der Vereinigung gewisser Segmente der Larve besteht. Audouin und Carus unterscheiden an dem Schädel der Insecten drei Segmente; Strauß-Dürckheim aber behauptet, daß er aus nicht weniger als sechs Larvensegmenten bestehe. Nach dieser Theorie sind dieselben Elemente, welche in den Segmenten des Thorax dazu bestimmt sind, Füße zu bilden, zu Theilen angewandt, die eine andere Bestimmung hatten. Von demjenigen Segment, welches dem Brustkasten am nächsten ist, gingen hiernach die Fühlhörner aus. Die beiden vordern Segmente beziehen sich hauptsächlich auf das Gesicht, wo aus der einen die Kinnladen, mandibulæ (M), die Kauwerkzeuge, maxillæ (I), und die Fühlspitzen, palpi (P), aus der andern diejenigen Fortsätze entspringen, welche man lippenförmige Fühlspitzen, palpi labiales nennt (L).

Die Art und Weise, auf welche der Kopf mit dem Rumpfe verbunden ist, ist bei verschiedenen Insecten eine ganz verschiedene. Zuweilen steht er mit dem Rumpfe mittelst einer breiten Basis in Verbindung, indem sich zwischen den einander berührenden Oberflächen ein Gelenk bildet, jedoch in den meisten Fällen hängt er blos mit einem schmalen Faden oder Nacken an dem Brustkasten, so, daß die Gelenkverbindung blos durch Bänder geschieht. Zuweilen sitzt er an dem Ende eines langen Stieles, welcher ihn auf eine bedeutende Entfernung von dem Rumpfe fern hält. Bei den Hymenopteren und Dipteren bewegt sich der Kopf auf einem Zapfen, so daß ihm die Fähigkeit verliehen ist, sich ganz um seine Achse zu bewegen.

Der Rumpf, oder Bruſtkaſten, Thorax, beſteht, wie man in der Abbildung ſieht, aus drei Segmenten, welche nach ihrer Lage benannt werden: Prothorax (X), Mesothorax (Y) und Metathorax (Z)*), die erſte dieſer Abtheilungen, der Prothorax trägt das erſte Fußpaar; aus der zweiten, dem Mesothorax entſpringt das zweite Fußpaar und zugleich das erſte Flügelpaar oder die Flügeldecken, Elytra (E), wie wir es in dem vorliegenden Beiſpiel ſehen; und die dritte, oder der Metathorax, wird durch das dritte Fußpaar unterſtützt und trägt das zweite Flügelpaar. Die beiden letztern Segmente ſind auf das genaueſte mit einander vereinigt; jedoch wird die urſprüngliche Trennung derſelben durch eine Querlinie angedeutet. Jede dieſer drei Abtheilungen kann man in einen obern, untern und zwei Seitentheile eintheilen, welche an den Seiten des Rumpfes miteinander in Verbindung ſtehen; und dieſe laſſen wiederr weitere Unterabtheilungen zu. Was jedoch die Namen und Beſchreibungen dieſer kleinern Theile betrifft, muß ich die Leſer auf die entomologiſchen Werke verweiſen. Diejenigen Theile, an welchen die Flügel befeſtigt ſind, bezeichnen die Lage des Schwerpunktes des ganzen Inſectes, auf welchem Punkte ſich alle Kräfte, welche die größern Bewegungen des Körpers ausführen, vereinigen, und welcher daher ſowohl in der Bewegung als in der Ruhe des Körpers unter allen Verhältniſſen durch die Bewegungskräfte unterſtützt werden muß.

Victor Audouin, der bei den verſchiedenſten Inſecten, die ausgebreitetſten Unterſuchungen in Betreff der Vergleichung ihrer Formen gemacht hat, hat auf eine ſehr befriedigendſte Weiſe das

*) Bei dieſen Benennungen bin ich der Nomenclatur des Victor Audouin, als der einfachſten und klarſten, gefolgt (Annales des sciences naturelles, T. I, p. 119); andere Entomologen haben den verſchiedenen Theilen andere Namen verliehen. Strauß-Dürckheim und andere franzöſiſche Schriftſteller nennen das erſte Segment Corselet. Kirby nennt es Manitrunk und gibt den Namen Prothorax nur ſeinem obern Theile. Die Vereinigung des zweiten und dritten Segmentes nennt Strauß-Dürckheim Thorax, Chabrier Tronc alifère, und Kirby Alitrunk.

allgemeine Geſetz nachgewieſen, daß bei der unendlichen Mannichfaltigkeit von Formen, die im Skelete der Inſecten vorkommen, immer die Anzahl der Elemente, aus welchen ſie beſtehen, unveränderlich iſt, daß ſie in denſelben beziehungsweiſen Lagen, und in derſelben Anordnungsweiſe aneinander angereiht ſind, und daß die einzige Quelle der Verſchiedenheit in der Abweichung der verhältnißmäßigen Entwickelung dieſer Elemente beſteht. Zugleich hat er die Bemerkung gemacht, daß die größere Ausdehnung des einen Theiles im Allgemeinen durch entſprechende Verkleinerung anderer herbeigeführt wird.

Die dritte Abtheilung des Körpers nennt man den Hinterleib, Abdomen (B); er beſteht aus allen den übrigen Segmenten, welche vereinigt ſind, um eine Höhle zu bilden, in der die Eingeweide, welche zur Ernährung, Reſpiration und Reproduction dienen, eingeſchloſſen ſind. Bei Calosma (Fig. 108. B) hat der Hinterleib ſechs vollkommene Segmente, auf welche noch drei unvollkommene folgen. Da ſie nicht zum Zwecke haben, irgend einem Bewegungsorgane zur Stütze zu dienen, ſo haben ſie die Form von einfachen Reifen, eine Form, die der erſte Typus der Ringthiere iſt. Jedes Segment ſteht mit dem darauf folgenden mittelſt Bändern in Verbindung, wodurch häufig eine ſo feſte Vereinigung hervorgebracht wird, daß zwiſchen denſelben kaum eine Bewegung möglich iſt; in andern Fällen jedoch iſt die Verbindung ſchlaffer und verleiht dem Abdomen die Fähigkeit, ſich zu biegen. Im erſten Fall, welcher bei den Coleopteren oder Käfern vorkommt, haben die Ringe eine dachziegelartige Anordnung, das heißt, ein jeder legt ſich über den nächſtfolgenden her und zwar oft auf zwei Drittheile ſeiner Breite, ſo daß ſie eine Aufeinanderfolge von ſphäroidiſchen Reifen darſtellen, welche wie die Röhren eines Telescopes ausgezogen werden können. Dieſe ſo ſehr kunſtreiche Anordnung iſt offenbar dazu beſtimmt, die größte Mannichfaltigkeit in den Bewegungen zuzulaſſen, welche durch die Lage der Muskeln, die ſie umſchließen, veranlaßt werden; da aber ſowohl die Ringe, welche andere umſchließen, als auch diejenigen, welche von andern umſchloſſen werden, aus Segmenten von Sphäroiden beſtehen und ihre berührenden Oberflächen ſelbſt

solche sphäroidische Segmente sind, so ist dadurch eine Drehbewegung möglich, und das letzte Segment kann mehr oder weniger in die Höhle des vorhergehenden hineingeschoben werden, sowohl im Ganzen als blos auf einer Seite.

Außerdem, daß jedes einzelne Segment von den andern getrennt, betrachtet werden kann, ist es in eine obere, oder Rückenfläche und eine untere, oder Bauchfläche, abgetheilt, deren jede die Form eines Halbcirkels oder besser eines Cirkelsegmentes hat. Diese beiden Theile sind an den Seiten mittelst eines Bandes befestigt, welches der ganzen Länge nach am Hinterleib hinläuft. Von dieser Abtheilung der Cirkel entstehen bedeutende Vortheile, indem dadurch die obern und untern Ringtheile des Hinterleibes bald auseinandergezogen, bald einander näher gebracht werden können; auf solche Weise kann die Höhle allein in ihren Dimensionen vergrößert oder verkleinert und der veränderlichen Größe ihres Inhaltes angepaßt werden. Es ist bemerkenswerth, daß während des Processes der Verwandlung einige der Hinterleibssegmente, welche bei der Larve vorhanden waren, gänzlich verschwinden oder von ihrer vorigen Existenz nur unvollkommene Spuren zurücklassen. Zuweilen ziehen sich die hintersten Segmente in ihrem Durchmesser so außerordentlich zusammen, daß sie Aehnlichkeit mit einem Schwanze bekommen; wovon ein Beispiel die Panorpa ist.

Die Verbindung des Hinterleibes mit dem Thorax kommt auf verschiedene Weise zu Stande. Bei allen Coleopteren verbindet er sich mit dem ganzen Umfang seiner Basis, ohne irgend einen schmalern Theil zu haben; bei andern Gattungen vermindert sich der Durchmesser an jener Stelle sichtbar, indem sich daselbst eine vollkommen im Cirkel herumgehende Grube oder eine Kerbe bildet, wie man sie genannt hat. Bei den Hymenopteren ist diese Kerbe so tief, daß nur ein schmaler Stiel gleich einem Halse zurückbleibt, welcher diese beiden Körperabtheilungen verbindet. Bei einigen ist dieser Stiel kurz, bei andern lang; in dem ersten Falle ist ein außerordentlich complicirter Mechanismus angebracht, welcher bei einem in Vergleich mit der schmalen Verbindungs-

oberfläche so schweren Theile zu Ausführung der nöthigen Bewegungen erforderlich ist*).

In ihrem vollkommenen Zustande haben die Insecten beständig sechs Füße, welche die Entwickelung jener sechs Füße sind, welche dasselbe Thier schon im Larvenzustande besitzt; indem alle falschen Füße derselben während der Verwandlung verschwinden. Wir haben gesehen, daß bei den Myriapoden das Resultat der Entwickelung in einer Vermehrung der Segmente und Füße besteht; der Grund dieser Einrichtung ist der, daß diesen Thieren, als Landthieren, eine verlängerte Form, welche ihrer Bestimmung mehr entsprach, nützlicher seyn mußte; da hingegen bei den geflügelten Insecten, wo es darauf ankommt, dem Thiere die Mittel zum Fluge zu verleihen, die Organe concentrirt, alle überflüssigen Theile weggeworfen und aus der Maschine ausgestoßen werden mußten. Die Vermehrung gewisser Organe, welche in dem erstern Falle eine Weiterentwickelung zur Folge hatte, war in dem letztern die Quelle der Unvollkommenheit. So lange das Insect in seinem Larvenzustand bleibt, so sind alle seine Verhältnisse denen eines Tausendfußes analog; allein in einem höhern Entwickelungszustande ist seine ganze Structur neuen Verhältnissen unterworfen, und wird daher durch neue Gesetze geleitet.

Indem die Anzahl der Glieder auf solche Weise vermindert ist, so wird ihre Wirksamkeit durch vermehrte Beweglichkeit und Kraft auf der andern Seite vermehrt, was vermittelst ihrer größern Länge und der mehr hebelartigen Form der Theile, aus denen sie bestehen, bewirkt wird.

Diese Theile (siehe Fig. 108) benennt man nach der Analogie der höhern Ordnungen der Wirbelthiere: der Oberschenkel, **Femur** (H), der Drehhügel, **Trochanter** (T), der Unterschenkel, **Tibia** (F), das Schienbein, **Metatarsus** (S), und die Fußwurzel, **Tarsus** (R). Im Allgemeinen hat der Unterschenkel eine mehr horizontale und das Schienbein eine vertikale Lage, während die ganze Fußwurzel auf dem Boden aufruht.

*) Was das Detail dieser Bildungen betrifft, so beziehe ich mich auf die speciellern entomologischen Werke, und namentlich auf Kirby und Spence's Introduction to Entomology, V. III, p. 701.

Der Oberschenkel (H), welcher eigentlich dem Hinterbein der Säugethiere entspricht, ist ein breiter, aber kurzer und abgestumpfter Kegel. Die Art, womit er mit dem Körper in Verbindung steht, läßt die allergrößte Veränderung zu; zuweilen steht er mittelst einer rundlichen Erhabenheit mit dem Gelenke in Verbindung, wie bei Curculio und Cerambyx; und hat alsdann in Folge dessen die größte Freiheit in den Bewegungen; in andern Fällen ist das Gelenk ein Charniergelenk, wie bei Melolontha. Der Drehhügel (T) und der Unterschenkel (F) sind zwar in der That zwei für sich bestehende Stücke, sind aber gewöhnlich so fest miteinander verbunden, daß sie nur eine Gliedabtheilung ausmachen. Die Verbindung dieser beiden Theile mit dem Oberschenkel geschieht immer durch ein Charniergelenk. Wenn Gelenke dieser Art, wie es bei den Insecten der Fall ist, in der Aneinanderreihung zweier röhrenförmigen Stücke bestehen, so sind sie auf folgende Weise gebildet: Eine der Röhren hat an dem Ende, mit welchem sie mit der andern in Gelenkverbindung steht, zwei Höcker, welche an dem Rande hervorragen und an zwei entgegengesetzten Puncten des Umkreises der andern Röhre mit derselben in Verbindung stehen; die Linie, welche man sich durch diese beiden Puncte gezogen denkt, ist alsdann die Achse der Bewegung. Auf der Seite, nach welcher hin das Glied gebogen werden soll, sind beide Röhren tief gekerbt, so daß sie unter einen sehr spitzigen Winkel sehr tief gegen einander geneigt werden können; und der Zwischenraum, den diese Kerbe übrig läßt, ist mit einer faltenreichen Haut ausgefüllt, welche die Function eines Bandes hat. Diese Erhöhungen und Vertiefungen der Gelenke sind so genau aneinander angepaßt, daß das Gelenk ohne einen Bruch irgend eines seiner Theile nicht aus seiner Lage gebracht werden kann. Da die verschiedenen Bewegungsachsen der aufeinanderfolgenden Gelenke eines Gliedes nicht in eine und dieselbe Linie fallen, sondern sich unter verschiedenen Winkeln gegen einander neigen, so ist der Wirkungskreis der Bewegungen des ganzen Gliedes außerordentlich vergrößert. In Fällen, wo die Gelenksverbindung des Oberschenkels mit dem Körper charnierartig ist, ist daher die Achse dieses Gelenkes ge-

gen die des nächsten unter einen rechten Winkel gestellt; so daß durch die Zusammenwirkung beider dem Unterschenkel die Möglichkeit gegeben wird, eben so vollkommene Cirkelbewegungen auszuführen, als wenn er mittelst eines Nußgelenkes verbunden wäre. Das Princip dieser zusammengesetzten Bewegung ist dasselbe, das auch auf Schiffen beim Compaß des Steuermannes und andern Instrumenten, welche bei der Schwankung des Schiffes fest bleiben sollen, angewandt wird. Man hat hierzu eigene Vorrichtungen erfunden, die man Gimbals nennt, deren Theile sich um zwei Achsen drehen, die gegen einander unter rechten Winkeln geneigt sind, so daß sie den Compaß unabhängig von den Neigungen des Schiffes immer in der für ihn erforderlichen horizontalen Lage erhalten.

Das Schienbein, Metatarsus (S), steht unter einem spitzen Winkel mit dem Unterschenkel in Verbindung und ist häufig entweder mit Stacheln besetzt, oder doch wenigstens gekerbt, oder mit Sägezähnen versehen.

Die Fußwurzel, Tarsus, auch der Fuß genannt (X), ist die letzte Abtheilung des Gliedes; sie ist in mehrere Gelenktheile abgetheilt, welche man mit den Zehengliedern der Quadrupeden verglichen hat. Sie sind im Allgemeinen mit Charniergelenken verbunden, jedoch gibt es auch einige, an welchen man eine mehr abgerundete Form entdeckt, und die sich daher dem Nußgelenke nähern. Die ganze Bildung des Fußes ist auf die bewundernswürdigste Weise dazu geschaffen, denselben so genau als möglich an alle Unebenheiten der Oberfläche anzupassen, über welche das Thier geht. Da jedoch die Gewohnheiten und Lebensarten der einzelnen Gattungen dieser zahlreichen Thierclasse so unendlich verschieden sind, so finden wir auch bei der Bildung der Füße eine größere Verschiedenheit, als bei andern Körpertheilen.

Die Füße der Insecten divergiren und breiten sich über eine weite Oberfläche aus, indem sie die Basis, auf welcher ihr Körper ruht, so weit ausdehnen, daß sie das Gleichgewicht desselben auf die vollkommenste Art befestigen. Wenn die Beine

sehr lang sind, wie bei Tipula *), so scheint der Körper in Wahrheit durch dieselben mehr aufgehängt als unterstützt; das Gegentheil davon kommt bei den Quadrupeden vor, wo die Füße mehr unmittelbar unter den Puncten, wo sie mit dem Körper in Verbindung stehen, den Boden berühren.

Das letzte Gelenk des Tarsus endigt im Allgemeinen mit einer Klaue, welche zuweilen einfach, zuweilen doppelt ist, und unter einer Menge von Verhältnissen, sei es in der Ruhe oder während der Bewegung, dazu beiträgt, den Fuß zu befestigen. Mittelst dieser auf solche Weise bewaffneten Füße kann das Insect an den perpendiculairen Seiten eines rauhen Körpers mit der größten Sicherheit auf und niedersteigen; selten aber kann es auf Glas oder andern polirten Oberflächen einen Schritt vorwärts kommen, wenn diese nicht horizontal stehen. An dem Ende des ersten Fußpaares sind die Haken nach hinten gerichtet, an dem mittlern Paare nach innen und an dem hintern Paare vorwärts; so können sie die größtmögliche Sicherheit gegen das Ausgleiten gewähren.

Manche Insecten sind an dem Ende ihrer Füße mit kleinen Kissen versehen, welche offenbar den Nutzen haben, die Gewalt des Falles zu brechen und den Stößen, welchen sonst der Körper ausgesetzt wäre, zuvorzukommen. Diese Kissen werden von dichten sammetartigen Haarbüscheln gebildet, welche die untere Seite der Fußwurzel überziehen, die Klaue aber frei lassen; die Fäden derselben legen sich zugleich auch genau an die unregelmäßigen Oberflächen, mit welchen sie in Berührung kommen, an, so daß dadurch ein bedeutender Grad von Adhäsion bewirkt wird. Solche Kissen kommen vornehmlich bei großen Insecten vor, welche sich von beträchtlichen Höhen schnell auf die Erde herabfallen lassen; bei den kleinern Gattungen aber erscheinen sie unnöthig, weil die Leichtigkeit ihrer Körper sie hinlänglich vor den Gefahren bewahrt, die mit dem Herabfallen verbunden sind.

*) Man hat die Meinung aufgestellt, der Nutzen dieser Anordnung sey der, daß diese Insecten (die Schnaken) mit ihren langen Beinen mit Leichtigkeit über die Spitzen der Gräser hinwegschreiten können.

Einige Insecten sind mit einem bei weitem zusammengesetztern und wirksamern Adhäsionsapparat versehen, welcher sie sogar fähig macht, sich in umgekehrter Stellung an den untern Oberflächen der Körper aufzuhängen. Diese Einrichtung besteht in Saugwarzen, welche in Absicht auf ihren Bau und ihre Structur von außerordentlicher Schönheit sind und davon uns die gemeine Hausfliege ein schönes Beispiel gibt. Bei diesem Insect hat derjenige Theil des letzten Fußwurzelgelenkes, welcher unmittelbar unter der Basis der Klaue befindlich ist, zwei Saugwarzen, welche mittelst eines schmalen trichterförmigen Halses an dasselbe befestigt sind und durch Muskeln nach allen Richtungen hin bewegt werden können. Diese Saugwarzen sieht man in Fig. 110, welche die untere Seite von Musca vomitoria, oder der Schmeißfliege, mit ausgebreiteten Saugwarzen vorstellt. Der saugende Theil dieses Apparates besteht aus einer Membran, welche sich ausdehnen und zusammenziehen kann, und deren Ränder gezähnt sind, so daß sie sich aufs Genaueste an jede Art von Oberfläche anzulegen fähig ist. Bei Tabanus, oder der Bremse, hat jeder Fuß drei Saugwarzen. Bei Cimbex lutea, oder der gelben Blattwespe, sind vier solche Sauger vorhanden, davon ein jeder an der untern Oberfläche der vier ersten Zehengelenke befindlich ist, dabei sind alle sechs Füße mit solchen Saugwarzen versehen. Bei dem Dytiscus marginalis, oder dem Fischkäfer, hat nur das Männchen an den Füßen Saugwarzen. Die ersten drei Fußgelenke an den Vorderfüßen dieses Insectes haben die Form eines Schildes, dessen untere Oberfläche mit Saugwarzen besetzt ist, die lange röhrenförmige Hälse haben. Eine dieser Saugwarzen ist sehr breit, eine andere kleiner, und eine große Anzahl derselben außerordentlich klein. Bei dem zweiten Fußpaar sind die entsprechenden Gelenke verhältnißmäßig viel schmaler und auf ihrer untern Oberfläche mit einer Menge sehr kleiner Saugwarzen versehen. Acridium biguttulum, eine Art Heupferd, hat unter dem letzten Fußgelenk unmittelbar zwischen den Klauen eine lange ovale Saugwarze. Auf der untern Oberfläche des ersten Gelenkes sind drei Paare kugelförmiger Kissen und ein anderes Paar unter dem zweiten Gelenk. Die Kissen sind mit einer elastischen fibrosen Sub-

ſtanz angefüllt, welche, um die Elaſticität des ganzen Theiles zu vermehren, in ihrer Peripherie eine lockerere Structur beſitzt *).

Die Art, wie dieſe Saugwarzen wirken, kann man genau ſehen, wenn man die Wirkung derſelben bei einer Schmeißfliege, die man in eine Glasglocke ſperrte, durch ein gutes Vergrößerungsglas beobachtet. Die Fliege bleibt bei der Anwendung dieſes Apparates ohne die geringſte Anſtrengung eine geraume Zeit lang an der Decke hängen; denn das Gewicht ihres Körpers, das gegen die Saugwarzen wirkt, kann nur dazu dienen, ihre Adhäſionskraft zu vermehren; daher finden wir, daß die Fliegen ſich lieber die Decke zum Ruheplatz ausſuchen, als den Fußboden.

Inſecten, welche, wie die Schnake, meiſtens auf der Oberfläche hingehen, haben an den Enden ihrer Füße Bürſten von feinen Haaren, deren trockene Spitzen die Flüſſigkeit abzuſtoßen ſcheinen, und dadurch verhindern, daß der Fuß naß wird. Wenn man dieſe Bürſten mit Weingeiſt benetzt, ſo findet dieſe Repulſion nicht ſtatt, und das Thier ſinkt ſogleich unter und ertrinkt.

§. 7. Waſſerinſekten.

Obgleich viele Inſecten während ihres Larvenzuſtandes im Waſſer wohnen, ſo fahren doch wenige fort, in dieſem Elemente zu bleiben, nachdem ſie alle ihre Metamorphoſen durchwandelt hatten. Sobald ſie den Zuſtand eines vollkommenen Inſectes angenommen haben, ſo wird in der That jeder Theil ihres Körpers von Luft durchdrungen, ſo daß dieſelbe als ein beträchtlicher Theil deſſelben anzuſehen iſt und dem Inſect, wenn es mit dem Waſſer in Berührung kommt, eine bedeutende Schwimmkraft verleiht. Da der Hinterleib die meiſte Luft enthält, ſo iſt dieſer Theil verhältnißmäßig leichter, als der Kopf und der Thorax, und die natürliche Stellung des Inſectes in der Flüſſigkeit iſt daher gegen den Horizont in der Art geneigt, daß der Kopf abwärts gerichtet und der Hinterleib erhoben iſt. Jede Kraft, welche den Körper in der Richtung ſeiner Längenachſe vorwärts treibt, hat daher zur Folge, ihn hinabſteigen zu machen. Der Wirkung die-

*) Philosophical Transactions for 1826, p. 34.

ser abwärtstreibenden Kraft wirkt aber der von unten kommende Druck des Wassers entgegen, welcher vertical nach oben gerichtet ist; so daß der wirkliche Effect der in Frage stehenden Kraft der ist, den Körper in einer beinahe horizontalen Richtung vorwärts zu bewegen.

Bei Insecten, welche die Bestimmung haben, sich im Wasser aufzuhalten, sind zuweilen alle Füße, gewöhnlich aber nur ein Paar verlängert, und bieten breite dreieckige Oberflächen dar, welche wie Ruder wirken können. Diese Oberflächen gewinnen meistens dadurch noch mehr Breite, daß sie an ihren Rändern Haarfransen haben, welche so eingerichtet sind, daß sie dann, wenn das Thier im Wasser sich einen Impuls gibt, sich ausbreiten und auf dasselbe einwirken, aber sobald der Fuß sich zurückzieht, um einen neuen Stoß vorzubereiten, sich an ihn anlegen und der Flüssigkeit keinen Widerstand entgegensetzen. Diese Impulse werden mit der größten Regelmäßigkeit ausgeführt, indem sämmtliche Füße das Wasser in demselben Moment schlagen.

Von allen Coleopteren ist der Dytiscus, oder Wasserkäfer (von dem Fig. 111. die obere und Fig. 112. die untere Seite darstellt), derjenige, der am besten für das Schwimmen construirt ist, indem sein Körper eine abgeflachte Form besitzt, die viel Aehnlichkeit mit der eines Bootes hat, vorn schmaler als hinten ist, und an seiner Oberfläche keine hervorragenden Theile besitzt. Die obere Fläche vorzüglich ist außerordentlich glatt, und daher fähig, mit der möglichst geringsten Friction unter dem Wasser hinzugleiten. Der Schwerpunct des Thieres ist sehr nahe an der untern Fläche desselben. Die hintern Füße, welche als mächtige Ruder wirken, sind an sehr große Oberschenkel befestigt, welche dicke Muskelbündel enthalten, die sich am Trochanter festsetzen und mittelst welcher diese Glieder mit der größten Kraft bewegt werden können. Da die Bewegung dieser Ruder in einer mit der Achse des Körpers beinahe parallelen Ebene ausgeführt wird, so war es nicht nöthig, daß die Oberschenkel beweglich wären, und daher sind sie fest mit dem Thorax verbunden; eine Bildung, welche die Bewegung der andern Gelenke regelmäßiger und gleichförmiger macht. Wenn der Wasser-

käfer im Waſſer aufſteigen will, ſo braucht er nur jede Bewegung zu unterlaſſen und ſich ſelbſt ſeiner Schwimmkraft im Waſſer hinzugeben, welche ihn ſchnell zur Oberfläche bringt.

Die Notonecta, oder die Waſſerwanze, iſt dadurch ausgezeichnet, daß ſie immer auf ihrem Rücken ſchwimmt; eine Eigenthümlichkeit, welche von der Form ihres Körpers abhängt, der einem halben Cylinder gleicht, an deſſen flacher Seite die Füße angebracht ſind, ſo daß, wenn ſie im Waſſer auf dem Rücken liegt, der Schwerpunct unter den Mittelpunct des Körpers fällt und dadurch das Gleichgewicht erhalten wird. Unter dieſen Umſtänden iſt klar, daß dieſes Thier, wenn man es mit den Füßen nach unten auf das Waſſer ſetzt, ſogleich ſich überſchlagen und ſeine gewöhnliche Lage einnehmen muß. Seine langen Füße, die unter rechten Winkeln von dem Körper abſtehen, zeigen eine ſchlagende Aehnlichkeit mit den Rudern eines Bootes und wirken ohne Zweifel auf dieſelbe Weiſe und nach denſelben Principien.

§. 8. Von der fortſchreitenden Bewegung der Landinſecten.

Die Art und Weiſe, wie die Glieder der Inſecten beim Gehen wirken, iſt durchaus von der, wie ſie ſchwimmen, verſchieden, und ſind denen einer Raupe ſehr ähnlich, bei welcher wir geſehen haben, daß die Bewegungen der vordern und hintern Füße der einen Seite zugleich mit denen der mittlern Füße der andern Seite ausgeführt werden, und daß die beiden Fußreihen ſich abwechslungsweiſe bewegen. In Folge ihrer verſchiedenen Anlagerung am Rumpfe werden die vordern Füße dadurch vorwärts bewegt, daß ſie ſich ausdehnen, und die hintern dadurch, daß ſie die entſprechenden Gelenke biegen. Wenn die Füße ſich auf dem Boden fixirt haben, ſo geſchieht, um den Körper vorwärts zu bewegen, das Gegentheil. Während dieſes Zeitraumes werden die Füße, welche die andere Reihe zuſammenſetzen, vorwärts bewegt; und bei dieſen findet dieſelbe Reihenfolge der Handlungen ſtatt, wie bei den vorigen. Dieß kann man leicht ſehen, wenn ein Inſect recht langſam geht, wenn es aber ſchnell

vorwärts schreitet, so kann das Auge seinen Bewegungen nicht mehr folgen.

Das Springen geschieht dadurch, daß alle Gelenke eines Gliedes plötzlich gestreckt werden, nachdem sie zuvor so enge als möglich zusammengebogen waren. Die Gelenke, welche vornehmlich diese Art der Bewegung auszuführen haben, sind die des Unterschenkels und Schienbeins, als solche, welche die längsten und zugleich kräftigsten Hebelarme darbieten. Um diese Wirkung hervorzubringen, wird zuerst das Schienbein so nahe wie möglich auf dem Boden dem Körper nahegerückt, so daß es sich über die Fußwurzel herbiegt; zugleich wird der Unterschenkel angebogen, so daß dieser mit jenem einen außerordentlich spitzen Winkel bildet. Um diese Stellung mit größerer Leichtigkeit auszuführen, haben manche Coleopteren an ihrem Unterschenkel eine Längengrube, welche dazu bestimmt ist, das Schienbein aufzunehmen, und häufig an jeder Seite mit einer Reihe von Stacheln hat. Während das Glied in einer so zusammengefalteten Stellung ist, ziehen sich die Ausstreckmuskeln heftig zusammen und bringen in diesem Apparat zusammengelegter Sprungfedern ein plötzliches Auseinanderstreben hervor, wodurch der ganze Körper einen Impuls bekömmt, der ihn eine beträchtliche Höhe in die Luft schnellt. Da die Sprünge der Insecten durchgehends vorwärts gerichtet sind, so wirken nicht alle Beine gleichmäßig dazu mit; denn die Vorderfüße tragen dazu weit weniger bei, als die Hinterfüße, und können eher dazu dienen, die Direction des Sprunges zu modificiren, als kräftig dazu mitzuwirken. Man hat die Springkraft vorzugsweise von der Größe und Stärke der Ausstreckmuskeln der Beine abzuleiten, welche, da sie sich an den Unterschenkel festsetzen, diesen Theil nothwendigerweise zu einer ungewöhnlichen Dicke anschwellen machen; und damit die Bewegung die gehörige Schnelligkeit habe, war es nöthig, daß der Unterschenkel und das Schienbein sehr verlängert werden. Auf solche Weise springt die Heuschrecke, die so construirt ist, mit Leichtigkeit auf eine Distanz, die hundertmal die Länge ihres eigenen Körpers übertrifft. Man kann im Allgemeinen die verschiedenen Arten der Bewegung, mit denen

ein Insect begabt ist, aus der Beobachtung der verhältnißmäßigen Länge seiner verschiedenen Fußpaare folgern. Sind sie von gleicher Länge, so ist der Schritt einförmig; desto schneller, je länger die Beine sind; desto langsamer, je kürzer sie sind. Sind die Vorderfüße viel länger als die hintern, so ist die Fähigkeit des Fangens in größerm Maße vorhanden, aber die Bewegung behindert. Eine bedeutende Verlängerung der Hinterfüße ist im Allgemeinen mit Springkraft verbunden, wenn sie nicht zu sehr gekrümmt sind; denn eine solche Krümmung macht sie weniger fähig, mit Vortheil als Hebel zu wirken.

Bei vielen Insecten ist das Ende des Schienbeins mit einem Kranze von Stacheln versehen, welche dazu beitragen, diesen Punct gegen die Ebene anzustemmen, von der sie wegspringen wollen, und welche dem ganzen Gliede als eine sichere Stütze dienen. Man hat beobachtet, daß die Cicada spumaria auf eine Entfernung von fünf bis sechs Fuß springt, was zweihundert und fünfzig Mal ihre eigene Länge beträgt; dieß wäre, bei denselben Proportionen, wie wenn ein Mann von gewöhnlicher Statur einen Luftsprung von einer Viertelmeile (englisch) machte. Wird aber dasselbe Insect auf Glas gesetzt, wo sich seine Stacheln nicht befestigen können, so kann es nicht weiter als sechs Zoll hoch springen *).

Die Insecten, welche zu der Gattung der Springkäfer, Elater, gehören, sind mit einem eigenthümlichen Mechanismus versehen, dessen besonderer Zweck der ist, eine Art des Sprunges auszuführen, welche vom dem Gebrauch der Füße nicht abhängig ist. Die Füße dieses Insectes sind so kurz, daß, wenn man es auf seinen Rücken legt, es sich nicht mehr von selbst umwenden kann, indem es nicht fähig ist, mit seinen Füßen den Körper zu erreichen, auf welchem es liegt und sich daher für die Thätigkeit seiner Muskeln keinen Unterstützungspunct verschaffen kann. Die Natur hatte offenbar den Plan, dadurch dieser unbequemen Einrichtung dadurch abzuhelfen, daß sie diesen Insectenarten die Fähigkeit verlieh, Sprünge in die Luft zu machen und sich zu überschlagen,

*) De Geer, III, 178.

um wieder auf die Beine zu kommen. Dieß wird durch einen außerordentlich merkwürdigen Mechanismus ausgeführt. Der Prothorax dieſes Thieres iſt nämlich über das bei andern Coleopteren übliche Maß hinaus verlängert und articulirt an der Rückenſeite mit dem Mesothorax mittelſt zweier ſeitlicher Höcker, welche ein Charniergelenk bilden, deſſen Bewegungen ihn gegen einen rechten Winkel neigen können. Das Sternum, oder der Bruſttheil des Prothorax, dehnt ſich ebenfalls nach hinten zu aus und endigt in einem elaſtiſchen Stachel, welcher in einer im Mesothorax enthaltenen Grube aufgenommen wird, und während das Inſect auf dem Rücken liegt und den Prothorax gegen den Mesothorax biegt, mit der Kraft einer Feder zurückprallt und dem Körper einen Impuls gibt, wodurch derſelbe zu einer bedeutenden Höhe emporgeſchleudert wird. Zugleich tragen das Bruſtſchild mit ſeinen beiden Seitenſtacheln, der Kopf und der obere Theil der Flügeldecken, welche mit ziemlicher Gewalt gegen den Boden angeſtoßen werden, beſonders dann, wenn derſelbe feſt und eben iſt, vermöge ihrer Elaſticität dazu bei, den Körper in die Höhe zu bringen. Gelingt es bei dem erſten Verſuche dem Springkäfer nicht, auf ſeine Füße zu kommen, ſo ſetzt er ſeine Sprünge ſo lange fort, bis er in die gewünſchte Lage kommt. Wir treffen in keinem Theile des Thierreiches ein Beiſpiel von einem ähnlichen Mechanismus an.

Nirgends iſt die beſondere Beziehung auf die Lebensweiſe einer Inſectengattung ſo klar in dem Mechanismus ausgeſprochen, als bei denen, welche die Beſtimmung haben, ſich in die Erde einzugraben: und unter dieſen iſt die Maulwurfsgrille, Gryllus Gryllo-talpa, das auffallendſte Beiſpiel. Kidd*) hat uns eine bis ins Einzelne gehende Abhandlung über die Anatomie dieſes Inſectes gegeben, aus welcher erſichtlich iſt, daß dieſes Thier, welches, wie der Maulwurf, dazu beſtimmt iſt, unter der Oberfläche der Erde zu leben, und ſich durch den Boden hindurch Gänge zu graben, mit Füßen verſehen iſt, welche vornehmlich zum Graben eingerichtet ſind. Seine Oberhaut iſt zugleich mit

*) Phil. Trans. for 1825, p. 203.

einem feinen Flaum überzogen, welcher offenbar dazu dient, die Adhäsion der feuchten Erde, welche das Thier durchgräbt, aufzuheben; und sein Körper hat eine Gestalt, welche ihn fähig macht, mit dem möglichst geringsten Widerstand das denselben umgebende Medium zu durchwandern. Da dieses Thier sich eben so leicht vor- als rückwärts zu bewegen im Stande ist, so kann es in dem schmalen Kanal, den es gegraben hat, sich schnell zurückziehen; und um bei diesem Rückzuge gesichert zu seyn, ist es am hintern Theil seines Körpers mit ein paar Anhängen versehen, welche große Nerven besitzen und als Fühlfäden des Schwanzes betrachtet werden können.

Die Vorderfüße (von denen einer in Fig. 113 abgebildet ist) sind, als Organe des Grabens, auf das bewundernswürdigste zu der Erfüllung ihrer Function eingerichtet, und bieten sowohl in ihrer Gestalt als auch in der Art der Articulation ihrer besondern Abtheilungen untereinander eine große Analogie mit den entsprechenden Gliedern des Maulwurfes dar. Kidd bemerkt dabei, daß in Vergleich mit den andern Füßen und der Größe des ganzen Thieres sie gerade aussehen, wie die fleischige Hand und der robuste Arm eines Zwerges an dem Körper eines zarten Kindes. Die Kraftäußerungen, welche diese Bildung hervorbringt, entsprechen auch vollkommen ihrer außerordentlichen Größe. Was die nähere Beschreibung dieses Mechanismus betrifft, muß ich aber den Leser auf die oben angeführte Abhandlung verweisen.

§. 9. Vom Fluge der Insecten.

Wenn man die Vortrefflichkeit eines Mechanismus nach den Schwierigkeiten, welche bei der Erreichung seines Zweckes durch ihn überwunden werden, beurtheilt, so kann man keinem eine höhere Stelle anweisen, als dem, wodurch einem lebenden Wesen die Fähigkeit des Fluges verliehen wird. Bis jetzt ist die Erfindungsgabe der Menschen noch nicht dahin gekommen, einen Automaten zu construiren, der fähig wäre, vermöge einer in ihm angebrachten mechanischen Thätigkeit sich in die Luft zu erheben und auch nur wenige Minuten lang der Schwerkraft zu widerstreben; und noch weit weniger einen, der in diesem Elemente die Evolu-

tionen ausführen könnte, welche wir täglich an den niederſten Gattungen der Inſecten beobachten. Es ſcheint, daß alle die Veränderungen, welche dieſe Thiere ſowohl in ihrer äußern Geſtalt als auch in der Entwickelung ihrer innern organiſchen Einrichtungen erleiden, abſichtlich nur darauf hinwirken, um dieſe letzte und vollendetſte Fähigkeit zu erlangen. Erſt in dem letzten Stadium der Entwickelung ihres Körpers bekommen ſie Flügel; erſt dann, nachdem ſie ſich jedes ſchweren Materiales, das ſie möglicherweiſe entbehren konnten, entledigt hatten, nachdem ihr Körper in die kleinſte Form gebracht worden war, nachdem derſelbe nach jeder Richtung hin von Luftcanälen durchbohrt war, welche jedem ſeiner Theile Leichtigkeit und Schwimmkraft verliehen. Auf eine höchſt ſinnreiche Art waren die Flügel in der Puppe zuſammengefaltet, bis ſie ihre volle Größe erreicht hatten; und mit Leichtigkeit konnten ſie ſich entfalten, ſobald die Feſſeln, welche ſie bisher umgaben, verſchwanden. Nicht eher wird das Inſect aus ſeinem Kerker befreit, als bis dieſe Organe, welche aus Lagen einer dichten, aber außerordentlich feinen Membran beſtehen, die in Abſicht auf ihre Zuſammenſetzung den äußern Bedeckungen ähnlich iſt, ſich von den Seiten des Körpers loszutrennen und alle ihre Theile zu entfalten beginnen. Die Feuchtigkeit, die ſie umgeben hatte, verdunſtet ſchnell, ſo daß das zarte Häutchen feſt und trocken wird und ſogleich in Wirkſamkeit zu treten fähig iſt. Die Faſern, welche darin ausgebreitet ſind, bilden ein zartes Netzwerk, welches dazu dient, die feine Membran zu unterſtützen, gerade wie das hölzerne Gerüſte der Arme einer Windmühle den über ſie ausgeſpannten Zeug zu tragen. Das Microscop hat uns bewieſen, daß dieſe Faſern röhrig ſind und Luft enthalten; eine Bildung, welche am meiſten dazu beiträgt, Feſtigkeit mit Leichtigkeit zu verbinden; und mehrere Entomologen ſind der Meinung, daß die Inſecten während des Fluges in die Höhlungen dieſer Faſern Luft einzubringen im Stande ſind, ſo daß ſie dieſelben ſo ſehr wie möglich ausdehnen und geſpannter und ſtraffer machen.

Die Zahl der Flügel iſt bei den meiſten Inſecten vier; welche, wie wir geſehen haben, ſo angelagert ſind, daß das erſte Paar an

dem Mesothorax und das zweite Paar an dem Metathorax befestigt ist. Diese beiden Segmente des Thorax bilden das, was wir den Rumpf (alitrunk) genannt haben, und machen den festesten Theil des Skeletes aus, welcher häufig durch Höcker oder andere mechanische Vorrichtungen verstärkt wird. Das obere Stück dieser Hervorragungen, welches man mit den Schlüsselbeinen oder der Gabel (furcula) der Vögel verglichen hat, ist immer einwärts gebogen. Dieser Theil des Rumpfes erfordert während des Fluges eine abwechslungsweise Ausdehnung und Zusammenziehung, weshalb die einzelnen Stücke, aus denen der Rückentheil besteht, nur locker durch Bänder untereinander verbunden sind *).

Die Gestalt der Flügel ist mehr oder weniger dreieckig. Sie werden durch zahlreiche Muskeln bewegt, welche im Innern des Körpers einen bedeutenden Raum einnehmen und aus verschiedenen Arten von Beugern, Ausdehnern, Zurückziehern, Aufhebern und Niederdrückern bestehen, so daß das Ganze ein vereintes System von bewegenden Kräften bildet. Die größten und stärksten dieser Muskeln sind die, welche die Flügel herunterziehen. Sie bilden eine große Masse, welche man in Fig. 102. bei A sieht. Alle diese Muskeln üben bei ihren Zusammenziehungen eine große Kraft aus und haben dabei die Fähigkeit, sich sehr rasch hintereinander zu bewegen; wenn sie nicht diese Fähigkeit besäßen, so könnte der Körper der Insecten, ob er gleich sehr leicht ist, nicht einen Augenblick in einem so leichten Medium, wie die atmosphärische Luft, schwebend erhalten, geschweige zu irgend einer Höhe emporgeschwungen werden.

Das einfache Auf- und Abbewegen der Flügel ist hinreichend, um den Körper des Insectes, ohne daß irgend eine andere Bewegung ihm mitgetheilt würde, durch die Luft vorwärts zu bringen. Der Moment, wo die Muskeln des Flügels die größte Kraft entwickeln, ist der, wo sie auf die Luft schlagen, während der Flügel abwärts bewegt wird. Ein Impuls in der gegensei-

*) Siehe: Chabrier, Essai sur le vol des Insectes. Mémoires du muséum d'histoire naturelle, VI, 410, VII, 297, und VIII, 47 u. 349. Ebenso: Zoological Journal, I, 391.

tigen Richtung hingegen ist die Wirkung von dem Widerstand der Luft. Die Achse der Bewegung der Flügel ist eine Linie, die unter einem kleinen Winkel gegen die Achse des Körpers geneigt ist, und von vorne nach hinten und von oben nach unten Bewegungen gestattet, jedoch so, daß sich der Flügel nicht in einer verticalen, sondern in einer etwas nach vorn geneigten Ebene bewegt. Der Winkel, den die Fläche des Flügels mit dem Horizonte macht, ändert sich fortwährend nach den verschiedenen Stellungen des Flügels; das allgemeine Resultat aber, das aus allen diesen aufeinanderfolgenden Bewegungen hervorgeht, ist eine Kraft, welche das Thier nach vorn und oben bewegt; der erste Theil dieser Kraft macht, daß es in horizontaler Richtung fortgetrieben wird, indem der zweite der Schwerkraft entgegenwirkt, und während der Vorwärtsbewegung des Thieres dasselbe entweder auf der nämlichen Höhe erhält, oder es in die Höhe steigen macht.

Will das Insect umkehren oder sich in einer schiefen Richtung weiter bewegen, so führt es dieß sehr leicht entweder dadurch aus, daß es auf der einen Seite der Luft einen stärkern Schlag gibt als auf der andern, oder es setzt gewisse Muskeln in Thätigkeit, welche den Körper nach einer Seite hin biegen, so daß der Schwerpunct verschieden und die Gegenwirkung der Luft gegen die Flügel eine andere als die vorige wird; die Bewegung des Körpers daher auf die gehörige Art verändert werden kann.

Wenn die Insecten mit ihren Flügeln eine Thätigkeit entwickeln, welche gerade hinreicht, um der Schwere ihres Körpers das Gegengewicht zu halten, so können sie sich in der Luft schwebend erhalten und eine Zeitlang über derselben Stelle verweilen, ohne weder zu steigen noch zu fallen, weder vor- noch rückwärts zu kommen; und der Körper kann dabei entweder eine horizontale oder eine verticale Lage annehmen. In dem letztern Falle sind die Bewegungen denen ähnlich, welche beim gewöhnlichen Fluge vorkommen, nur werden sie schwächer ausgeführt, indem alles, was hiezu erfordert wird, darin besteht, das Gewicht des Körpers zu unterstützen, ohne denselben vorwärts zu bringen. Wasserjungfern (Libellula), Abendvögel

(Sphinx) und eine große Menge von Zweiflüglern führen dieſe Art der Bewegung aus; und bei den letztern iſt beſonders Stratiomys merkwürdig, indem es ſehr lange in derſelben Lage zu verweilen im Stande iſt.

Die Zahl, Form und Bildung der Flügel hat den Entomologen Gelegenheit gegeben, ſehr paſſende Charactere für die Claſſification der Inſecten aufzufinden. So entſtanden die Ordnungen: Coleoptera, Orthoptera, Rhipiptera, Hemiptera, Neuroptera, Hymenoptera, Diptera und Lepidoptera. Es würde, wie leicht einzuſehen iſt, die Gränzen dieſer Abhandlung bei weitem überſchreiten, wenn ich auf einem Felde von ſo ungeheurer Ausdehnung, als welches ſich uns das Reich der Inſecten in ſeiner unendlichen Mannichfaltigkeit darſtellt, in das Detail der mechaniſchen Einrichtungen mich einlaſſen wollte; daher muß ich mich in der Betrachtung ihrer Gebilde und der Art ihrer Bewegung auf wenige Hauptpuncte beſchränken.

Bei den Coleopteren, einer Familie, welche beinahe die größte Anzahl der Inſectengattungen umfaßt, iſt das hintere Flügelpaar (W, Fig. 108) leicht und häutig, und von einer außerordentlich feinen und zarten Bildung. Im Vergleich mit der Größe des Körpers haben ſie eine bedeutende Ausdehnung, wenn ſie vollkommen ausgebreitet ſind; wenn ſie aber nicht gebraucht werden, ſo werden ſie auf eine ſehr niedliche Weiſe zuſammengefaltet. Um dieſe zarten Organe zu ſchützen, ſind die Theile, welche dem erſten Flügelpaare anderer Inſecten entſprechen, hier in dicke, undurchſichtige und harte Platten (E) verwandelt, welche dazu dienen, die zuſammengefalteten häutigen Flügel zu bedecken, wenn das Inſect nicht fliegt, und jene dadurch vor den feindlichen Eingriffen der Außenwelt zu ſchützen, während ſie ſonſt der Hitze, der Feuchtigkeit oder der Berührung äußerer Körper ausgeſetzt wären. Dieſe Flügeldecken, Elytra, wie man ſie genannt hat, werden für ſich niemals als Flügel gebraucht, ſondern bleiben während des Fluges des Inſectes erhoben und ohne Bewegung. Wahrſcheinlich tragen ſie aber dazu bei, den Lauf des Fluges zu beſtimmen, indem ſie

die Gegenwirkung der Luft auf verschiedene Weise zu verändern im Stande sind *).

Bei den Orthopteren (Fig. 114) haben die Bedeckungen der Flügel, oder Tegmina, anstatt hornig zu seyn, eine weiche, biegsame oder halbhäutige Textur. Die Flügel selbst sind breiter als die Flügeldecken, und werden, wenn sie nicht gebraucht werden, der Länge nach zusammengefaltet wie eine Fahne.

Bei der neuen Ordnung der Rhipipteren, nach Latreille **), welche nur zwei Gattungen in sich schließt, sind die Flügeldecken, sowohl in Betreff ihrer Lage als in Absicht auf ihre Gestalt, regelwidrig gebildet; indem sie an der Basis der sehr langen und schmalen Vorderfüße befestigt und nicht im Stande sind, die Flügel zu bedecken. Die Flügel selbst haben eine große Ausdehnung und bilden, wenn sie ausgebreitet sind, den vierten Theil eines Cirkels mit fünf oder sechs Fäden, welche strahlenförmig von ihrer Basis ausgehen und länglich zusammengefaltet werden können.

Bei den Hemipteren sind die Flügeldecken, oder die sogenannten Hemi-elytra, gegen ihre Basis zu lederartig, an ihrem Ende aber membranartig, und die wahren Flügel falten sich in die Quere, so daß sie sich kreuzen. Diese halben Flügeldecken werden dazu angewandt, während des Fluges die Luft zu bewegen und begleiten daher die Bewegungen der Flügel.

Diejenigen Insecten, welche vier dünne, häutige und durchscheinende Flügel haben, werden unter zwei Ordnungen gebracht, nämlich die Neuropteren (Fig. 115), bei welchen ein zartes Fadengewebe eine Durchkreuzung von Fasern darstellt, welche miteinander beinahe unter rechten Winkeln in Verbindung stehen, gleich einem Netze oder Spitzengrund; und die Hymenopteren (Fig. 116), bei welchen sie das Ansehen haben, wie Verzwei-

*) Die Flügeldecken wurden von Oken als Organe betrachtet, welche den Schalen der zweischaligen Mollusken entsprechen, eine Behauptung, die uns auf eine gezwungene und grillenhafte Analogiesucht gestützt zu seyn scheint.

**) Es sind dieß die Strepsiptera von Kirby. Siehe Transactions of the Linnæan Society, XI, 86.

gungen von Arterien und Venen, welche unter ſpitzen Winkeln von einander divergiren und von der Baſis zum Ende hin gehen, indem größere Stämme ſich in kleinere Zweige verlieren. Die Inſecten, welche zu dieſen Ordnungen gehören, haben außerordentlich viel Flugkraft. Die Gattungen Libellula und Aeshna, welche zu den erſten dieſer Ordnungen gehören, ſchließen ihre Flügel nie, ſondern halten ſie, wenn ſie nicht fliegen, beſtändig ausgebreitet und immer in Bereitſchaft, Dienſte zu thun. Sie fliegen mit der größten Leichtigkeit nach allen Richtungen hin, ſowohl nach der Seite als rückwärts und vorwärts; und können, ohne im Geringſten ihren Körper drehen zu müſſen, in jedem Augenblicke ihren Lauf ändern; daher haben ſie ſowohl dann, wenn ſie andere Inſecten fangen, als wenn ſie den Vögeln entfliehen wollen, immer den Vortheil für ſich. Die Bienen, welche zu den Hymenopteren gehören, fliegen, wie man häufig beobachtet hat, auf ſehr große Entfernungen von ihren Stöcken weg, um ſich Futter zu ſuchen. Die Hummeln haben eine ganz eigenthümliche Art zu fliegen, indem ſie auf ihrem Wege durch die Luft Cirkelſegmente beſchreiben, welche abwechslungsweiſe bald zur Rechten, bald zur Linken gehen. Die Schnelligkeit, mit welcher ſich dieſe Inſecten durch die Luft bewegen, übertrifft im Allgemeinen bei Weitem die der Vögel, wenn man die Größe derſelben mit dieſen Thieren vergleicht*).

*) Dem Herrn George Newport verdanke ich folgende Notiz über den Stachel der wilden Biene (Anthophora retusa, *Kirby*), welche er genau und ſorgfältig unterſucht hat, und deſſen Zeichnungen der von ihm zergliederten Theile hier (Fig. 118) abgebildet ſind. „Der Stachel dieſer Biene (A) wird von zwei Theilen gebildet, welche zur Seite aneinander angelegt ſind, aber getrennt werden können. Die Spitze (P) iſt ein wenig aufwärts gerichtet und etwas gekrümmt, die Widerhaken (welche man etwas mehr vergrößert bei Q ſieht) ſind der Zahl nach gegen ſechs und befinden ſich an der untern Fläche des Stachels, ſo daß ihre Spitzen rückwärts gerichtet ſind. An der Baſis des Stachels (E) befindet ſich eine halbcirkelförmige Erweiterung, welche offenbar den Zweck hat, zu verhindern, daß das Inſtrument zu weit aus ſeiner Scheide (die man bei V getrennt ſieht) geſtoßen werde, in welcher es ſich

Obgleich die größere Zahl der Insecten vier Flügel hat, so gibt es doch viele, wie die gewöhnliche Hausfliege und die Schnake, welche nur zwei besitzen. Diese bilden die Ordnung der Dipteren (Fig. 117). Bei diesen Insecten treffen wir zwei Organe, welche aus cylindrischen Fäden bestehen, die an ihrem Ende ein Knöpfchen haben; sie entstehen von jeder Seite des Thorax (wie man in der angeführten Abbildung sieht), gerade an der Stelle, an welcher bei den vierflügeligen Insecten das zweite Flügelpaar sich befindet. Sie heißen Halteres, oder Balancirstangen, ein Name, den sie davon haben, weil man glaubte, daß sie den Körper balanciren oder genau in seinem Schwerpuncte erhalten, wenn das Insect fliegt. Was nun aber ihr wahrer Nutzen seyn mag, sie können immerhin als

---

bewegt. Dieses hat zugleich eine lange Sehne, an der sich seine Muskeln befestigen. Zwischen diesen beiden Theilen fließt das Gift, wenn sie sich genähert sind, welches aus dem etwas erweiterten Ende des Giftganges (D) hervorkommt, der mit dem vordern Theil der Giftblase (B) in Verbindung steht. Diese Blase hat eine ovale Gestalt und ist nicht dasjenige Organ, welches das Gift secernirt, sondern blos ein Reservoir, in dem es aufbewahrt wird. Das Gift gelangt in diese Blase mittelst eines langen, gewundenen Gefäßes (C), welches dasselbe von den secernirenden Organen (S) erhält. Diese Organe bestehen aus zwei etwas erweiterten Gefäßen, welche das Ansehen von Blinddärmen haben und in welchen sich ein kleines secernirendes Gefäß verbreitet. Der Stachel bewegt sich in einer röhrenförmigen Scheide (V), welche an ihrer Basis offen ist und eben so längs ihrer obern Fläche bis zu dem Theil, durch welchen der Stachel verhindert wird, sich zu weit auszudehnen. Die Muskeln, welche die Scheide bewegen, sind von denen unterschieden, welche den Stachel bewegen, und befestigen sich an einen verlängerten und gekrümmten Theil an jeder Seite ihrer Basis, und an einen gebogenen und beweglichen Theil, der damit in Verbindung steht. Swammerdam hat bei der gewöhnlichen Honigbiene diese Theile als Blinddärme abgebildet, aber sie nicht als Secretionsorgane bezeichnet. Der Stachel der Honigbiene ist der der Anthrophora retusa ähnlich."

Vergleiche auch Swammerdam „Bibel der Natur", Seite 149—219 und Tafel XVIII, und Huber, Observations sur les abeilles, Tome I, Lettre 11.

Rudimente eines zweiten Flügelpaares angesehen werden und geben alsdann ein treffendes Beispiel davon, daß die Natur im Thierreich eine gewisse allgemeine Tendenz verfolgt und die Form jedes einzelnen Theiles so modificirt, daß seine Uebereinstimmung mit einem allgemeinen Typus daraus ersichtlich ist.

Die unzähligen Gattungen von Schmetterlingen, Nachtvögeln und Motten, welche alle in die Ordnung der Lepidopteren gehören, unterscheiden sich dadurch, daß ihre Flügel mit kleinen Federn oder Schuppen bedeckt sind. Diese Schuppen sind so leicht an die Haut des Flügels befestigt, daß sie, wenn man sie mit den Fingern berührt, sich loslösen und an denselben gleich einem feinen Staub hängen bleiben. Wenn man dieselben unter dem Microscop untersucht, so erscheint ihre Bildung und Anordnung außerordentlich schön, indem man parallele, gleich von einander entfernte Streifen entdeckt, welche häufig von feinern Linien durchkreuzt werden, welche, wenn sie schärfer hervortreten, bei manchen Schuppengattungen, wie bei den Schuppen der Pontia brassica, oder des Kohlschmetterlings und des Morpho Menelaus von Amerika ein gutes Beispiel von der vortrefflichen Einrichtung dieser Organe geben. Die schönen Farben, welche diese Schuppen besitzen, können vielleicht im Allgemeinen von irgend einem färbenden Material herrühren, allein die feinern Lasurfarben derselben sind wahrscheinlich das Resultat der optischen Wirkung der Streifen auf deren Oberfläche, und kommen in einigen Fällen von einer dünnen, durchscheinenden Lage, aus der sie bestehen; jedoch habe ich bei einigen losgerissenen Schuppen bemerkt, daß die Farben, welche sie bei durchgehendem Lichte haben, die Ergänzungsfarben zu denjenigen sind, welche man bei reflectirtem Lichte sieht.

Die Formen dieser Schuppen sind außerordentlich verschieden, und zwar nicht nur in den verschiedenen Gattungen, sondern auch an den verschiedenen Theilen der Flügel und des Körpers desselben Insectes; denn sowohl die Oberfläche des Körpers im Allgemeinen, als auch die Glieder, und in einigen Gattungen sogar die Fühlfäden, sind mehr oder weniger mit solchen

Schuppen bedeckt*). Fig. 119. stellt eine der gewöhnlichern Formen von Schuppen vor, wie sie unter einem stark vergrößernden Microscope erscheinen.

Jede Schuppe befestigt sich in der Flügelhaut mittelst eines kurzen Stieles oder einer Wurzel und ragt über die um sie herumliegenden Schuppen hervor. Der ganze Flügel ist in Reihen eingetheilt, welche mehr oder weniger Regelmäßigkeit zeigen; und zwar so, daß eine Schuppenreihe die andere bedeckt, wie die Ziegel auf dem Dach eines Hauses**). Diese dachziegelförmige Anordnung nebst den Spuren, welche auf der Flügelhaut zurückbleiben, wenn die Schuppen abgestreift worden sind, sieht man in Fig. 120, welche eine genaue Zeichnung eines Flügels von Hesperia Sloanus, unter einem starken Microscope betrachtet, darstellt. Wenn man die Schuppen von der Membran abreibt, so ist diese eben so vollkommen durchsichtig, als die Flügelhaut einer Biene und hat zu ihrer Grundlage ebenfalls ein faseriges Gewebe. Manche Schmetterlinge haben in einigen Theilen ihrer Flügel glatte perlenartige Stellen, welche von den Entomologen Augen, Ocelli, genannt werden und welche daher kommen, daß diese Stellen von Natur keine Schuppen haben. Die Anzahl dieser Schuppen, welche gebraucht werden, um die Oberfläche der Flügel zu bedecken, muß bei der Kleinheit derselben außerordentlich groß seyn. Der Schmetterling der Seidenraupe (Bombyx mori, Fig. 106), welcher doch kleine Flügel hat, enthält nach Leuwenhoek mehr als zweimalhunderttausend solcher Schuppen auf jedem Flügel.

Ohne Zweifel tragen diese Schuppen dazu bei, den Flügel zu beschützen, zugleich aber vermehren sie deren Gewicht nicht

*) In dem hinterlassenen Werke von Lyonnet, das kürzlich erschienen ist, sind sechs Kupferplatten in Quart beinahe voll von Zeichnungen der verschiedenen Schuppen, die er bei Bombyx Cossus fand.

**) Die Schuppen, welche auf den Ringen des Hinterleibes von Lepisma vorkommen, sind zweierlei Art; eine Lage ist wie gewöhnlich in Reihen angelagert, und die andern, welche eine verschiedene Gestalt haben, befestigen sich zwischen und über den vorigen, so daß sie eine jede an ihrer Stelle anheften.

unbeträchtlich und hindern die Schnelligkeit ihrer Wirkung. Dieser Nachtheil scheint aber in bedeutendem Maße durch die vermehrte Größe der Flügel und durch die Vergrößerung der Oberfläche, mit welcher sie die Luft zusammendrücken können, aufgewogen zu werden. Immer aber muß dabei bemerkt werden, daß die Insecten dieser Ordnung mit weniger Schnelligkeit und Stetigkeit, als die meisten übrigen fliegen. Auf der andern Seite aber wendet sich diese Unstetigkeit wieder zu ihrem Vortheil; denn da der Schmetterling bei seinen unregelmäßigen und sonderbaren Bewegungen bald in der Luft emporsteigt, bald sich fallen läßt, so daß er eine Reihe von zickzackförmigen Linien beschreibt, so entgeht er, wenn er verfolgt wird, leichter den Nachstellungen der Naturforscher sowohl als denen der Vögel, welche rasch auf sie losgehen, um sich ihrer zu versichern. Es ist dabei erstaunlich, welche Distanzen der Seidenschmetterling zurücklegt; man hat behauptet, er durchfliege in kurzer Zeit mehr als hundert (englische) Meilen (33 deutsche Wegstunden). Der Papilio Iris erhebt sich oft so hoch in die Luft, daß man ihn kaum mehr sehen kann.

Bei vielen Lepidopteren findet man eine mechanische Einrichtung, welche dazu dient, die Flügel während ihrer Bewegung stetig bei einander zu halten. Es besteht diese in Haken, welche mit Haaren und Schuppen bedeckt sind und sich an der untern Seite der vordern Flügel, nahe an ihrem hintern Rande, befinden und zugleich mittelst kleiner Borsten mit dem vordern Rande der hintern Flügel in Verbindung stehen, so daß dadurch alle Flügel aneinander angeschlossen sind und zu derselben Zeit in Thätigkeit gesetzt werden. Die Insecten, welche zu den Abendvögeln gehören, sind zugleich oft mit einer Art von Ruder versehen, welches durch eine Ausbreitung des Schwanzes gebildet wird, wodurch dieselben fähig gemacht werden, den Lauf ihres Fluges mit mehr Sicherheit zu bestimmen. Die Lepidopteren fliegen im Allgemeinen so, daß ihr Körper aufrecht ist, eine Flugart, die der der andern geflügelten Insecten, deren Körper während des Fluges eine beinahe horizontale Lage haben, entgegengesetzt ist.

Die Proben von Schnelligkeit und Stärke, welche die In-

secten bei der Ausführung ihrer Bewegungen geben, sind oft ein Gegenstand der Bewunderung der naturhistorischen Schriftsteller gewesen, und wurden von denselben als unumstößliche Beweise einer ungeheuern Muskelkraft dieser Thiere angesehen. Wir haben bereits Gelegenheit gehabt, ein merkwürdiges Beispiel von Kraft und Beharrlichkeit in der Zusammenziehung der Muskeln jener Raupen anzuführen, welche häufig stundenlang in einer und derselben Lage bleiben, wo ihre Körper in gerader Linie von einem Zweige ausgestreckt werden und sich dabei nur auf die hintern Füße stützen, wie dieß bei den sogenannten Geometern oder Spannraupen vorkommt. Ameisen können Lasten schleppen, welche vierzig oder fünfzig Mal schwerer sind als ihr eigener Körper. Und die Entfernungen, auf welche manche Gattungen, wie die Springkäfer, Elater, Heuschrecken, Locusta, Zuckergäste, Lepisma, und vor allen Flöhe, Pulex, springen können, erscheinen uns noch viel erstaunlicher, wenn wir dabei die Kleinheit ihrer Körper in Erwägung ziehen. Linné hat ausgerechnet, daß der Maikäfer, Melolontha, im Verhältniß zu seiner Größe mehr als sechsmal stärker ist als ein Pferd, und behauptet, daß wenn der Elephant verhältnißmäßig dieselbe Stärke besäße, die der Hirschkäfer, Lucanus, besitzt, jenes Thier die allergrößten Bäume entwurzeln und unermeßliche Felsen gegen seinen Angreifer schleudern könnte, gleich den Giganten der alten Mythologie.

Allein, ob wir gleich zugestehen, daß alle diese Thatsachen einen beträchtlichen Grad der Energie in den Kräften der Muskelfasern der Insecten andeuten, so müssen wir doch zugleich bedenken, daß die geringe Größe der Geschöpfe, welche diese Kräfte ausüben, an und für sich selbst einen mechanischen Vortheil darbietet, welcher den größern Thieren fehlt. Die Wirksamkeit aller mechanischen Einrichtungen hängt am Ende doch von einem richtigen Verhältniß zwischen den bewegenden und widerstrebenden Kräften ab; daher muß man, wenn man einen Mechanismus betrachtet, sey er auch von welcher Art er wolle, nicht nur die relativen, sondern auch die absoluten Dimensionen, auf die er angewandt wird, in Erwägung ziehen. Dieß ist vollkommen

klar, wenn wir bedenken, daß den Kräften, deren Thätigkeit in Anspruch genommen wird, die Cohäsion der Theilchen, welche die festen Theile der Maschine bilden, entgegentritt; da aber diese Cohäsion keine veränderliche, sondern eine beständige, unwandelbare Kraft ist, so wird dadurch natürlich der Wirkungskreis einer mechanischen Vorrichtung, so wie deren Größe beschränkt, habe sie nun zum Zweck blos zu unterstützen, oder aber die Fortbewegung zu vermitteln. Ein Gebäude, das bis zu einer gewissen Größe heranwächst, kann sich nicht mehr selbst tragen, weil das Gewicht des Materials schneller zunimmt, als die Stärke desselben. Wie oft hat man nicht gefunden, daß dieselbe Maschinerie, welche bei einem kleinen Modelle eine wundervolle Wirksamkeit besitzt, ihrem Zweck durchaus nicht mehr entspricht, wenn sie auf einen größern Gegenstand angewandt wird? Kein Hebel, er mag eine Form haben, welche er wolle, kann in seinen Dimensionen vergrößert werden, ohne daß seine Schwere bedeutender wird als seine Cohäsion; und consequenter Weise wird jede organische Bildung, gehöre sie nun dem Pflanzen- oder Thierreiche an, wenn sie aus der Vereinigung von Hebeln besteht, blos durch ihr eigenes Gewicht in Stücke fallen, wenn sie die ihr zukommende Größe überschreitet. Diesem kann entweder dadurch abgeholfen werden, daß man ein Material von größerer Cohäsionskraft anwendet, oder dadurch, daß an den Puncten, wo der größte Zug ist, die Dicke der Theile im Verhältniß zu ihrer Länge zunimmt; allein die Wahl des Materials ist nothwendiger Weise auf gewisse Gränzen beschränkt, und das letztere Auskunftsmittel würde die sich aufeinander beziehenden Verhältnisse der Theile verändern und in dem ganzen Plane der Construction eine totale Veränderung nöthig machen. Indem wir von den kleinern Thieren zu den größern übergehen, finden wir daher, daß neue Modelle angenommen sind, eine neue Ordnung des Baues eingeführt ist, und neue Entwicklungsgesetze beobachtet werden. Zunächst haben wir also unsere Aufmerksamkeit auf die Art und Weise zu richten, wie die Natur bei der Bildung dieses größern und umfassendern Schemas der thierischen Organisation zu Werke gegangen ist.

VI. Capitel.

Wirbelthiere.

§. 1. Von den Wirbelthieren im Allgemeinen.

Wenn es eine angenehme Beschäftigung war, die Fußtapfen der Natur bei so unendlich verschiedenen Bildungen, wie die der niedern Thiere, zu verfolgen und den Stufenleitern nachzugehen, welche vom Zoophyten an bis zum geflügelten Insect uns vor Augen geführt wurden, welche letztere, wenn man die geringen Dimensionen dieser Thierclasse betrachtet, die größtmöglichste Vollkommenheit besitzen; so muß uns das Studium der mehr ausgebildeten Wirkungsart der Schöpfungskraft, welche sich auf einem weitern Feld in den höhern Ordnungen des Thierreiches zeigt, noch weit mehr interessiren. In den verschiedenen Classen von Geschöpfen, welche nun in unsern Gesichtskreis treten, finden wir, daß die Natur in ihrem Organisationssystem bei weitem künstlichere Einrichtungen vor sich gehen läßt; und dieß kommt davon her, daß die Modelle, welche sie sich hier für ihre Gebilde genommen hat, größer sind, als die vorigen; daß sie neue Plane für die thierische Oeconomie erfand, welche für eine größere Periode der Dauer berechnet sind; und daß sie in den Organen neue Anordnungen traf, welche einer höhern Ordnung von Thätigkeiten angepaßt sind. Die Resultate dieser sorgfältiger ausgebreiteten Bildungen sieht man in dem ungeheuern Reiche der Wirbelthiere, welche unter den Thieren eine sehr schön bezeichnete Abtheilung ausmachen, indem unter sie alle die größern Thiergattungen, welche den Erdball bewohnen, gehören, in welchem Clima oder Elemente sie auch einheimisch seyn mögen. Zugleich schließen sie den Menschen in sich ein, welcher ohne Frage die höchste Stufe unter ihnen einnimmt, und der der unbestrittene — Herr der Schöpfung ist.

Durch dieſe ganze große Reihe von Weſen iſt eine bemerkbare Verwandtſchaft in der Körperbildung vorherrſchend. Welcher Art auch die Größe oder äußere Form dieſer Thiere ſeyn mag, ſeyen ihre Bewegungen ſchnell oder träge, ſeyen ſie Bewohner der Erde, des Waſſers oder der Luft, man kann immer ſowohl in der Anordnung ihrer zum Leben nothwendigen Organe und in den Formen des feſten, ihrem Körper zu Grunde liegenden Gerüſtes, oder des Skeletes, eine treffende Aehnlichkeit entdecken. Das Säugethier, der Vogel, die Schildkröte, die Schlange und der Fiſch kommen, wie ſehr ſie auch in den untergeordneten Einzelheiten ihrer Organiſation verſchieden ſeyn mögen, darin überein, daß ſie nach einem und demſelben gleichförmigen Princip gebildet ſind, und erſcheinen als verſchiedene Copien eines und deſſelben Originalmodells. Es gibt kein einziges Beiſpiel von Bildungen, welche ganz iſolirt für ſich daſtehen, oder als die Reſultate einer getrennten und unabhängig wirkenden Kraft anzuſehen wären.

Während wir von der Betrachtung der gegliederten Thiere zu der der Wirbelthiere übergehen, ſcheint es, als ob wir einen raſchen Flug von einem großen Continent zu einem andern wagten, welches von jenem durch eine unermeßliche See getrennt wäre, durch eine See, welche keine zwiſchen beiden Landen liegenden Inſeln enthält, von welchen aus wir zu erſpähen im Stande wären, daß dieſe Länder einmal zuſammengehangen hätten. In der That erſcheint auf den erſten Anblick die allgemeine Conſtruction dieſer beiden Thierhaufen nach ganz entgegengeſetzten Principien gebildet worden zu ſeyn; denn bei den einen ſind, wie wir bereits geſehen haben, die weichern Theile im Innern befindlich und von einer feſten Cruſte, Schale oder hornigen Bedeckungen umgeben, welche zugleich den Zweck des Schutzes und der mechaniſchen Unterſtützung haben, und dabei für die Anheftung der Bewegungsorgane ausgebreitete Oberflächen darbieten. Bei den Wirbelthieren hingegen hat das feſte Gerüſte, welches für dieſen Zweck dient, in den meiſten Fällen ſeine Lage im Innern des Körpers und bildet ein vollkommen vereinigtes wahres Skelet, welches von den weichern Theilen umgeben iſt und

an welches die Muskeln, welche gewisse Theile bewegen, angeheftet sind. Der Schutz des Thieres gegen die Außenwelt ist dabei blos den äußern Bedeckungen und deren verschiedenen Anhängseln überlassen. Dieß ist der allgemeine Character der Einrichtungen, welche die Natur hier angewandt hat; von dem sie nur zuweilen dann abgewichen ist, wenn auf gewisse Organe von einer außerordentlich zarten Textur Rücksicht genommen werden mußte, welche auch vor dem geringsten Druck zu beschützen waren. Dieß ist namentlich beim Gehirn und dem Rückenmark der Fall, welche Organe wir immer unter dem besondern Schutze einer knöchernen Hülle finden, die sie auf jeder Seite einschließt und zu ihrer Vertheidigung eine undurchdringliche Schale bildet. Diese feste Knochenmasse ist zugleich, während sie auf diese Weise zur Vertheidigung des Gehirnes verwandt ist, das Organ, mittelst welches die feinen Apparate, welche den höheren Sinnen dienen, nämlich die des Gesichts, des Gehörs und des Geruchs auf eine sichere Weise unter seinen Schutz nimmt. Die Sicherheit, welche dadurch für diese Organe entsteht, gibt zugleich die Möglichkeit an die Hand, daß sie auf einen höhern Grad der Verbesserung gebracht werden können, als dieß bei den niedern Ordnungen möglich war.

Ein weiterer Vortheil von beträchtlicher Wichtigkeit entspringt ferner noch aus der innern Lage des Skeletes; nämlich der, daß dasselbe durch das Wachsthum eine unendliche Größe erreichen kann, ohne daß dadurch die entsprechende Vergrößerung der weichern Theile beeinträchtigt würde. Denn wir haben gesehen, daß in allen Fällen, wo jene Anordnung beibehalten worden ist, das heißt, wenn die einschließenden Oberflächen fest sind und der Ausdehnung der in ihnen enthaltenen Organe nicht mehr nachgeben können, kein anderes Mittel übrig bleibt, als daß die äußere Schale zerbricht und ganz weggeworfen wird, um dem weitern Wachsthum des Thieres Raum zu geben; eine Operation, nach welcher jene durch eine andere größere und breitere ersetzt werden muß. Dieser Hergang muß im Allgemeinen oft wiederholt werden, ehe das Thier die ihm bestimmte Größe erreicht. Daher kommt das so häufige Häuten der Raupe, daher das wiederholte

Zerbrechen der Schale bei den Cruſtaceen und ebenfalls daher die aufeinanderfolgenden Verwandlungen des Inſectes. Nichts dieſer Art kommt bei den Wirbelthieren vor, wo alle Organe in einer regelmäßigen und harmoniſchen Aufeinanderfolge entwickelt werden, ohne daß im Geringſten eine wechſelſeitige Veränderung im Weſen vor ſich ginge und ohne jene Abwechslungen von Thätigkeit und Unthätigkeit, welche wir in der ſo veränderlichen Exiſtenz der Inſecten antreffen.

§. 2. Von der Bildung und Zuſammenſetzung des Knochengewebes.

Der Proceß, welcher der Bildung und dem Wachsthume des feſten Gerüſtes der Wirbelthiere zu Grunde liegt, iſt von demjenigen durchaus verſchieden, welchen wir bei dem Wachsthum der Muſchelſchalen oder der harten Bedeckungen der Inſecten und Cruſtaceen angewandt ſahen. Bildungen dieſer Art und die hierauf gegründeten Methoden des Wachsthumes finden nur bei Thieren ſtatt, in welchen die thieriſche Oeconomie noch nicht den Grad der Vollkommenheit höherer Thierclaſſen erreicht hat. In dem mehr vollendeten Syſteme der Wirbelthiere wird das Skelet aus wahren Knochen zuſammengeſetzt, das heißt aus feſten Stücken, welche, obgleich ihrer Erſcheinung nach dichte, kalkartige Subſtanzen, doch während der ganzen Entwickelungsperiode organiſirt ſind, und ebenſowohl einen Theil des lebenden Organismus ausmachen, als jedes andere Organ des Körpers. Wir haben früher geſehen, daß die Membran, in welche die kalkartige Materie der Muſchelſchale abgelagert wird, mit vollem Rechte zu den allgemeinen Bedeckungen gerechnet werden kann, weil ſie ſolchen nicht nur darin ähnlich iſt, daß ſie ihre Lage an der äußern Seite des Körpers hat, ſondern auch weil ſie in Bezug auf Structur und Function denſelben gleich iſt. Mit den Knochen, welche ihrem Weſen nach im Innern des Körpers gebildet werden, hat es eine verſchiedene Bewandtniß *).

*) De Blainville betrachtet die harten Bedeckungen der Inſecten, ſo wie die Schalen der Cruſtaceen, als Bildungen, welche durch-

Was ihre chemiſche Zuſammenſetzung betrifft, ſo ſtehen die Knochen auf gleiche Weiſe in einem ſtrengen Contraſt mit den kalkartigen Producten der Molluſken; denn in den erſtern beſteht der erdige Theil beinahe gänzlich aus phosphorſaurem Kalk, einem Material, welches darum dazu gewählt zu ſeyn ſcheint, weil es mit thieriſchen Stoffen eine bei weitem härtere Verbindung eingeht, als der kohlenſaure Kalk. Ueberall, wo große Feſtigkeit in Verbindung mit großer Starrheit verlangt wird, iſt es dieſes Material, das die verlangten Eigenſchaften beſitzt. Aus dieſem Grunde wurde es zur Bildung der Knochen verwendet, welche zu den Ergebniſſen einer höchſt ausgebildeten Organiſation gehören. Die dichteſten und härteſten derſelben ſind jene, welche im Vergleiche mit der thieriſchen Subſtanz, welche die Kalktheile untereinander verbindet, den meiſten phosphorſauren Kalk enthalten; denn in dieſem Falle iſt die Cohäſionskraft der einzelnen Theile des Knochens viel größer als die, welche ihm nur durch die Anweſenheit der thieriſchen Theile mitgetheilt wird. Die knöchernen Theile des innern Ohres ſind die dickſten Theile des gan-

---

aus von den allgemeinen Bedeckungen herrühren und in dieſer Beziehung als vollkommen analog mit den Schuppen, den Hufen und andern hornigen Productionen der Haut der Wirbelthiere. Geoffroy St. Hilaire dagegen behauptet, daß ſie weit eher das Analogon eines wahren Skeletes bei den niedern Claſſen bilden und daß man eine vollkommene Analogie zwiſchen den Ringen, welches die weſentlichen Theile des Gerüſtes der Ringthiere ſind, und den Wirbeln, welche bei den höhern Claſſen der Thiere das Rükkenmark einſchließen, durchführen kann. Carus ſcheint in ſeinem Syſtem organiſcher Bildungen dieſe beiden Analogieen in's Auge gefaßt zu haben, indem er der erſtern Claſſe von Bildungen den Namen Dermo-skeleton, der letztern aber den Namen Neuro-skeleton gab. (Siehe ſeine Tabulæ anatomiam comparativam illustrantes edit. Thinemann.) Eben ſo hat man Analogieen aufgeſucht zwiſchen den äußern und innern Lagen der Holzfaſern der Pflanzen in Beziehung auf exogeniſche und endogeniſche Pflanzen, und den ihnen entſprechenden relativen Lagen der Skelete der wirbelloſen Thiere und Wirbelthiere. (Siehe eine Abhandlung von Dumortier in den Nova Acta Physico-Medica Acad. Cæsar. Leopold. Carolinæ Natur. Curios., XIV, 219.

zen Skeletes, weil hier die größte Härte erfordert wird, damit die Schwingungen des Tones gehörig geleitet werden. Diese Knochen enthalten daher auch vergleichungsweise den größten Antheil an phosphorsaurem Kalk. Der Paukenhöhlentheil des Schläfbeines vom Wallfisch und Cachelot, die wegen ihrer beträchtlichen Größe leichter zu untersuchen sind, ist so dicht und so hart als Marmor. Eben so geben uns die knöchernen Theile der Zähne Beispiele von sehr harten kalkartigen Bildungen; doch ist der Schmelz, welcher meist ganz aus phosphorsaurem Kalk besteht, bei weitem härter, und hat die größte Aehnlichkeit mit Kieselsteinen; er gibt, wie der Feuerstein, am Stahle Feuer. Es ist wohl nicht nöthig, die Wirkungen, welche durch diese eigenthümliche Structur hervorgebracht werden, näher auseinanderzusetzen; sie liegen auf der Hand; solchen Theilen, deren besondere Function es ist, harte Körper, welche ihrer mechanischen Kraft unterworfen werden, zu zerbrechen, ist eine außerordentliche Härte verliehen. Dieser äußerste Grad crystallinischer Härte hätte bei andern Theilen des Knochengerüstes üble Folgen haben können. Bei gewöhnlichen Knochen ist absolute Starrheit nicht die allein erforderliche Qualität, denn im Allgemeinen sind die härtesten Körper auch zugleich die zerbrechlichsten. Ein Uebermaß von Starrheit ist gewöhnlich mit Brüchigkeit verbunden und ist den schlimmen Folgen ausgesetzt, welche Theile, die heftigen und plötzlichen Erschütterungen ausgesetzt werden, erleiden. Um diesem Uebel zu begegnen, ist eine elastische thierische Materie als Basis des Knochengewebes verwandt, welche zugleich als festes Cement zwischen den kalkigen Theilen dient.

Diese Zusammensetzung des Knochens sieht man ganz deutlich, wenn man denselben gewissen chemischen Processen unterwirft. Wenn man Knochen der Glühhitze aussetzt, so findet man, daß sie zuerst schwarz werden, indem sich bei der Verbrennung der thierischen Materie Kohle bildet. Das Fett, welches in den Höhlen derselben enthalten ist, schwitzt aus, fängt Feuer und wird vollkommen verzehrt. Alsdann bekommt der Knochen wieder seine weiße Farbe und wird durch das Feuer nicht weiter verändert. Wenn man ihn dann untersucht, so findet man, daß er beinahe die Hälfte seines ursprünglichen Gewichtes verloren hat

und außerordentlich brüchig wurde; eine Eigenschaft, welche, wie schon bemerkt, dem phosphorsauren Kalke eigen ist, wenn er sein thierisches Cement verloren hat. Auf der Oberfläche eines auf diese Weise behandelten Knochens kann man viele kleine Rißchen sehen, welche uns beweisen, wo im ursprünglichen Zustande die thierische Materie war. Wenn man den Knochen in die Quere zerbricht, so kann man auch die Größe und Gestalt der Höhlen entdecken, welche das Mark oder das oben erwähnte Fett enthalten.

Es ist leicht, diesen Proceß umzukehren, dadurch, daß man den Knochen in eine Säure legt, welche hinlänglich verdünnt wurde, um das thierische Gewebe nicht anzugreifen, aber doch stark genug ist, um den phosphorsauren und kohlensauren Kalk aufzulösen. Verdünnte Salpeter- oder Salzsäure kann hierzu angewandt werden, und wird auf solche Weise die erdigen Theile nach und nach von dem membranartigen Theile des Knochens trennen. Während der Wirkung der Säure kommen einige kleine Bläschen von kohlensaurem Gas zum Vorschein und zeigen die Anwesenheit einer geringen Menge von kohlensaurem Kalk an, welcher in Verbindung mit dem phosphorsauren immer in den Knochen vorhanden ist. Der phosphorsaure Kalk kann in der Auflösung dadurch erkannt werden, daß man ihn aus der sauren Auflösung mit einem reinern Alcali, wie mit einer Auflösung von Ammoniak, niederschlägt. Dieser Niederschlag kann ohne Effervescenz mit Salpetersäure, Salzsäure oder Essigsäure leicht aufgelöst werden. Eine kleine Quantität von Schwefelsäure läßt sich ebenfalls dadurch in der Flüssigkeit entdecken, daß man derselben salpetersauren Baryt zusetzt. In den menschlichen Knochen hat man auch Eisen gefunden*).

*) Nach Berzelius, Fourcroy und Vauquelin ist das letztere nicht der Fall bei den Menschenknochen, sondern bei den Ochsenknochen. Hier ist die Analyse.

	Thierische Materie.	Natron mit Kochsalz.	Kohlens. Kalk.	Phosphors. Kalk.	Fluorcalcium.	Phosphors. Bittererde.	
Menschenknochen	33,30	1,20	11,30	51,04	2,00	1,16	Berzelius.
Ochsenknochen . .	33,30	2,45	3,85	55,45	2,90	2,85	
" " . .	51,00	—	10,00	37,70	—	1,30	Fourcroy u. Vauquelin.

Die Ochsenknochen enthalten eine Spur Eisen. *Fourcroy et Vauquelin*, Annales de Chimie, 47, 244.

Anm. d. Uebers.

Die Substanz, welche nach der auf diese Art ausgezogenen Erde zurückbleibt, behält vollkommen die Gestalt und die Dimensionen des Knochens, hat aber alle mechanischen Eigenschaften desselben verloren. Sie ist weich, biegsam und elastisch; hat in jeder Hinsicht viel Aehnlichkeit mit muskulösen und fibrösen Gebilden, und ist, gleich diesen, mittelst kochenden Wassers in thierischen Leim und Eiweißstoff zu verwandeln. Man hat zuweilen, aber irriger Weise, diese Substanz als identisch mit dem Knorpel betrachtet; allein sie hat weder die weiße Farbe, noch die Elasticität, noch die Textur desselben, und ist eben so wenig der Knorpelsubstanz in Absicht auf chemische Zusammensetzung ähnlich; denn während der Knorpel hauptsächlich aus Eiweißstoff gebildet wird, kann die animalische Basis des Knochens dem größern Theile nach in Gelatina aufgelöst werden.

Es kann also der Knochen leicht in die zwei Theile getrennt werden, aus denen er besteht: durch den zuerst beschriebenen Proceß erhalten wir seinen erdigen Bestandtheil, seiner thierischen Unterlage beraubt; und durch den zweiten erhalten wir die häutige Basis desselben, von Erde befreit. Der erste dieser Theile verleiht dem Knochen Härte, der zweite Zähigkeit; und so sind hierdurch zwei Eigenschaften, welche in homogenen, unorganisirten Materien selten mit einander vereint seyn können, auf die geschickteste Art mit einander verbunden.

Die mechanische Structur der Knochen ist nicht minder unserer Bewunderung werth, als die chemische Zusammensetzung derselben; denn beide sind ein Beweis von der Zweckmäßigkeit, mit welcher jeder Theil zu der ihm angewiesenen Function gebildet ist. Die thierische Faser, welche, wie wir gesehen haben, das Bett ist, in welchem der phosphorsaure Kalk abgelagert wird, besitzt die netzartige Bildung, welche das gewöhnliche Zellgewebe zeigt; und daher hat der Knochen, wie man bei genauer Untersuchung sieht, ganz das Ansehen von kleinen Platten, welche mit Fasern durchwebt sind. An den äußern, compactern Theilen ist diese faserige Anordnung der einzelnen Theilchen nicht sehr leicht zu unterscheiden, aber, sowohl bei jungen Knochen, welche im Begriff sind, sich zu verknöchern, als auch bei solchen, welche lange dem

Wetter ausgesetzt wurden, oder lange im Wasser macerirten, kann man dieselbe leicht wahrnehmen. Bei den höhern Thierclassen zeigt das Innere der meisten Knochen auf das Deutlichste die Bildung von unregelmäßigen Höhlen, welche theils von der Trennung der Platten, theils von deren gegenseitiger Durchkreuzung und von den faserigen Verbindungen herrühren.

Die verschiedenen mechanischen Zwecke, für welche die Knochen in der thierischen Oeconomie verwandt werden, erfordern, daß ihre Formern verschieden seyen. Da, wo für einen Theil Stärke und Dichtigkeit erfordert wird, verbunden mit einem sehr geringen Grade von Bewegung, ist er in eine große Anzahl kleinerer Stücke getheilt, die unter sich mittelst Bändern vereinigt werden, wobei die einzelnen Knochenstücke kurz und zusammengedrückt sind und mehr oder weniger eine cubische Gestalt haben. Auf solche Weise ist die Wirbelsäule angeordnet, und eben so die Hand- und Fußwurzel. Wo hingegen die Knochen den Zweck haben, innern Theilen einen ausgezeichneten Schutz zu gewähren, oder für die Anheftung der Muskeln breite Oberflächen darzubieten, so finden wir, daß die knöcherne Bildung derselben sich in flache Platten verwandelt. Beispiele hiervon sind die Schädelknochen, das Schulterblatt, die Beckenknochen, und in einem weit bemerkbarern Grade der knöcherne Schild, welcher den Körper der Schildkröte umgibt. Ist aber im Gegentheile ein System von Hebeln erforderlich, wie in den Gliedern, welche das Gewicht des Körpers zu tragen und den die Ortsbewegung vermittelnden Organen als Anhaltspuncte zu dienen haben, so bekommen die Knochen die Gestalt von verlängerten Cylindern, welche im Allgemeinen an ihren Enden etwas verdickt sind, um die gegenseitige Verbindung zu erleichtern.

In den Formen, der Structur und Anordnung dieser Hebel, welche den Bewegungsorganen eine regelmäßige und genaue Anwendung ihrer Kräfte gestatten, und darauf berechnet sind, unter den verschiedensten Umständen dem Körper die gehörige Unterstützung zu verleihen, zugleich aber die Ausführung der mannichfaltigsten Bewegungen zuzulassen, können wir die handgreiflichsten Offenbarungen eines tiefen Planes, und die ausgesuchtesten Ein-

Durch diese ganze große Reihe von Wesen ist eine bemerkbare Verwandtschaft in der Körperbildung vorherrschend. Welcher Art auch die Größe oder äußere Form dieser Thiere seyn mag, seyen ihre Bewegungen schnell oder träge, seyen sie Bewohner der Erde, des Wassers oder der Luft, man kann immer sowohl in der Anordnung ihrer zum Leben nothwendigen Organe und in den Formen des festen, ihrem Körper zu Grunde liegenden Gerüstes, oder des Skeletes, eine treffende Aehnlichkeit entdecken. Das Säugethier, der Vogel, die Schildkröte, die Schlange und der Fisch kommen, wie sehr sie auch in den untergeordneten Einzelheiten ihrer Organisation verschieden seyn mögen, darin überein, daß sie nach einem und demselben gleichförmigen Princip gebildet sind, und erscheinen als verschiedene Copien eines und desselben Originalmodells. Es gibt kein einziges Beispiel von Bildungen, welche ganz isolirt für sich dastehen, oder als die Resultate einer getrennten und unabhängig wirkenden Kraft anzusehen wären.

Während wir von der Betrachtung der gegliederten Thiere zu der der Wirbelthiere übergehen, scheint es, als ob wir einen raschen Flug von einem großen Continent zu einem andern wagten, welches von jenem durch eine unermeßliche See getrennt wäre, durch eine See, welche keine zwischen beiden Landen liegenden Inseln enthält, von welchen aus wir zu erspähen im Stande wären, daß diese Länder einmal zusammengehangen hätten. In der That erscheint auf den ersten Anblick die allgemeine Construction dieser beiden Thierhaufen nach ganz entgegengesetzten Principien gebildet worden zu seyn; denn bei den einen sind, wie wir bereits gesehen haben, die weichern Theile im Innern befindlich und von einer festen Cruste, Schale oder hornigen Bedeckungen umgeben, welche zugleich den Zweck des Schutzes und der mechanischen Unterstützung haben, und dabei für die Anheftung der Bewegungsorgane ausgebreitete Oberflächen darbieten. Bei den Wirbelthieren hingegen hat das feste Gerüste, welches für diesen Zweck dient, in den meisten Fällen seine Lage im Innern des Körpers und bildet ein vollkommen vereinigtes wahres Skelet, welches von den weichern Theilen umgeben ist und

an welches die Muskeln, welche gewisse Theile bewegen, angeheftet sind. Der Schutz des Thieres gegen die Außenwelt ist dabei blos den äußern Bedeckungen und deren verschiedenen Anhängseln überlassen. Dieß ist der allgemeine Character der Einrichtungen, welche die Natur hier angewandt hat; von dem sie nur zuweilen dann abgewichen ist, wenn auf gewisse Organe von einer außerordentlich zarten Textur Rücksicht genommen werden mußte, welche auch vor dem geringsten Druck zu beschützen waren. Dieß ist namentlich beim Gehirn und dem Rückenmark der Fall, welche Organe wir immer unter dem besondern Schutze einer knöchernen Hülle finden, die sie auf jeder Seite einschließt und zu ihrer Vertheidigung eine undurchdringliche Schale bildet. Diese feste Knochenmasse ist zugleich, während sie auf diese Weise zur Vertheidigung des Gehirnes verwandt ist, das Organ, mittelst welches die feinen Apparate, welche den höheren Sinnen dienen, nämlich die des Gesichts, des Gehörs und des Geruchs auf eine sichere Weise unter seinen Schutz nimmt. Die Sicherheit, welche dadurch für diese Organe entsteht, gibt zugleich die Möglichkeit an die Hand, daß sie auf einen höhern Grad der Verbesserung gebracht werden können, als dieß bei den niedern Ordnungen möglich war.

Ein weiterer Vortheil von beträchtlicher Wichtigkeit entspringt ferner noch aus der innern Lage des Skeletes; nämlich der, daß dasselbe durch das Wachsthum eine unendliche Größe erreichen kann, ohne daß dadurch die entsprechende Vergrößerung der weichern Theile beeinträchtigt würde. Denn wir haben gesehen, daß in allen Fällen, wo jene Anordnung beibehalten worden ist, das heißt, wenn die einschließenden Oberflächen fest sind und der Ausdehnung der in ihnen enthaltenen Organe nicht mehr nachgeben können, kein anderes Mittel übrig bleibt, als daß die äußere Schale zerbricht und ganz weggeworfen wird, um dem weitern Wachsthum des Thieres Raum zu geben; eine Operation, nach welcher jene durch eine andere größere und breitere ersetzt werden muß. Dieser Hergang muß im Allgemeinen oft wiederholt werden, ehe das Thier die ihm bestimmte Größe erreicht. Daher kommt das so häufige Häuten der Raupe, daher das wiederholte

Zerbrechen der Schale bei den Cruſtaceen und ebenfalls daher die aufeinanderfolgenden Verwandlungen des Inſectes. Nichts dieſer Art kommt bei den Wirbelthieren vor, wo alle Organe in einer regelmäßigen und harmoniſchen Aufeinanderfolge entwickelt werden, ohne daß im Geringſten eine wechſelſeitige Veränderung im Weſen vor ſich ginge und ohne jene Abwechslungen von Thätigkeit und Unthätigkeit, welche wir in der ſo veränderlichen Exiſtenz der Inſecten antreffen.

§. 2. Von der Bildung und Zuſammenſetzung des Knochengewebes.

Der Proceß, welcher der Bildung und dem Wachsthume des feſten Gerüſtes der Wirbelthiere zu Grunde liegt, iſt von demjenigen durchaus verſchieden, welchen wir bei dem Wachsthum der Muſchelſchalen oder der harten Bedeckungen der Inſecten und Cruſtaceen angewandt ſahen. Bildungen dieſer Art und die hierauf gegründeten Methoden des Wachsthumes finden nur bei Thieren ſtatt, in welchen die thieriſche Oeconomie noch nicht den Grad der Vollkommenheit höherer Thierclaſſen erreicht hat. In dem mehr vollendeten Syſteme der Wirbelthiere wird das Skelet aus wahren Knochen zuſammengeſetzt, das heißt aus feſten Stücken, welche, obgleich ihrer Erſcheinung nach dichte, kalkartige Subſtanzen, doch während der ganzen Entwickelungsperiode organiſirt ſind, und ebenſowohl einen Theil des lebenden Organismus ausmachen, als jedes andere Organ des Körpers. Wir haben früher geſehen, daß die Membran, in welche die kalkartige Materie der Muſchelſchale abgelagert wird, mit vollem Rechte zu den allgemeinen Bedeckungen gerechnet werden kann, weil ſie ſolchen nicht nur darin ähnlich iſt, daß ſie ihre Lage an der äußern Seite des Körpers hat, ſondern auch weil ſie in Bezug auf Structur und Function denſelben gleich iſt. Mit den Knochen, welche ihrem Weſen nach im Innern des Körpers gebildet werden, hat es eine verſchiedene Bewandtniß *).

*) De Blainville betrachtet die harten Bedeckungen der Inſecten, ſo wie die Schalen der Cruſtaceen, als Bildungen, welche durch

Was ihre chemiſche Zuſammenſetzung betrifft, ſo ſtehen die Knochen auf gleiche Weiſe in einem ſtrengen Contraſt mit den kalkartigen Producten der Molluſken; denn in den erſtern beſteht der erdige Theil beinahe gänzlich aus phosphorſaurem Kalk, einem Material, welches darum dazu gewählt zu ſeyn ſcheint, weil es mit thieriſchen Stoffen eine bei weitem härtere Verbindung eingeht, als der kohlenſaure Kalk. Ueberall, wo große Feſtigkeit in Verbindung mit großer Starrheit verlangt wird, iſt es dieſes Material, das die verlangten Eigenſchaften beſitzt. Aus dieſem Grunde wurde es zur Bildung der Knochen verwendet, welche zu den Ergebniſſen einer höchſt ausgebildeten Organiſation gehören. Die dichteſten und härteſten derſelben ſind jene, welche im Vergleiche mit der thieriſchen Subſtanz, welche die Kalktheile untereinander verbindet, den meiſten phosphorſauren Kalk enthalten; denn in dieſem Falle iſt die Cohäſionskraft der einzelnen Theile des Knochens viel größer als die, welche ihm nur durch die Anweſenheit der thieriſchen Theile mitgetheilt wird. Die knöchernen Theile des innern Ohres ſind die dickſten Theile des gan-

---

aus von den allgemeinen Bedeckungen herrühren und in dieſer Beziehung als vollkommen analog mit den Schuppen, den Hufen und andern hornigen Productionen der Haut der Wirbelthiere. Geoffroy St. Hilaire dagegen behauptet, daß ſie weit eher das Analogon eines wahren Skeletes bei den niedern Claſſen bilden und daß man eine vollkommene Analogie zwiſchen den Ringen, welches die weſentlichen Theile des Gerüſtes der Ringthiere ſind, und den Wirbeln, welche bei den höhern Claſſen der Thiere das Rükkenmark einſchließen, durchführen kann. Carus ſcheint in ſeinem Syſtem organiſcher Bildungen dieſe beiden Analogieen in's Auge gefaßt zu haben, indem er der erſtern Claſſe von Bildungen den Namen Dermo-skeleton, der letztern aber den Namen Neuro-skeleton gab. (Siehe ſeine Tabulæ anatomiam comparativam illustrantes edit. Thinemann.) Eben ſo hat man Analogieen aufgeſucht zwiſchen den äußern und innern Lagen der Holzfaſern der Pflanzen in Beziehung auf exogeniſche und endogeniſche Pflanzen, und den ihnen entſprechenden relativen Lagen der Skelete der wirbelloſen Thiere und Wirbelthiere. (Siehe eine Abhandlung von Dumortier in den Nova Acta Physico-Medica Acad. Cæsar. Leopold. Carolinæ Natur. Curios., XIV, 219.

zen Skeletes, weil hier die größte Härte erfordert wird, damit die Schwingungen des Tones gehörig geleitet werden. Diese Knochen enthalten daher auch vergleichungsweise den größten Antheil an phosphorsaurem Kalk. Der Paukenhöhlentheil des Schläfbeines vom Wallfisch und Cachelot, die wegen ihrer beträchtlichen Größe leichter zu untersuchen sind, ist so dicht und so hart als Marmor. Eben so geben uns die knöchernen Theile der Zähne Beispiele von sehr harten kalkartigen Bildungen; doch ist der Schmelz, welcher meist ganz aus phosphorsaurem Kalk besteht, bei weitem härter, und hat die größte Aehnlichkeit mit Kieselsteinen; er gibt, wie der Feuerstein, am Stahle Feuer. Es ist wohl nicht nöthig, die Wirkungen, welche durch diese eigenthümliche Structur hervorgebracht werden, näher auseinanderzusetzen; sie liegen auf der Hand; solchen Theilen, deren besondere Function es ist, harte Körper, welche ihrer mechanischen Kraft unterworfen werden, zu zerbrechen, ist eine außerordentliche Härte verliehen. Dieser äußerste Grad crystallinischer Härte hätte bei andern Theilen des Knochengerüstes üble Folgen haben können. Bei gewöhnlichen Knochen ist absolute Starrheit nicht die allein erforderliche Qualität, denn im Allgemeinen sind die härtesten Körper auch zugleich die zerbrechlichsten. Ein Uebermaß von Starrheit ist gewöhnlich mit Brüchigkeit verbunden und ist den schlimmen Folgen ausgesetzt, welche Theile, die heftigen und plötzlichen Erschütterungen ausgesetzt werden, erleiden. Um diesem Uebel zu begegnen, ist eine elastische thierische Materie als Basis des Knochengewebes verwandt, welche zugleich als festes Cement zwischen den kalkigen Theilen dient.

Diese Zusammensetzung des Knochens sieht man ganz deutlich, wenn man denselben gewissen chemischen Processen unterwirft. Wenn man Knochen der Glühhitze aussetzt, so findet man, daß sie zuerst schwarz werden, indem sich bei der Verbrennung der thierischen Materie Kohle bildet. Das Fett, welches in den Höhlen derselben enthalten ist, schwitzt aus, fängt Feuer und wird vollkommen verzehrt. Alsdann bekommt der Knochen wieder seine weiße Farbe und wird durch das Feuer nicht weiter verändert. Wenn man ihn dann untersucht, so findet man, daß er beinahe die Hälfte seines ursprünglichen Gewichtes verloren hat

und außerordentlich brüchig wurde; eine Eigenschaft, welche, wie schon bemerkt, dem phosphorsauren Kalke eigen ist, wenn er sein thierisches Cement verloren hat. Auf der Oberfläche eines auf diese Weise behandelten Knochens kann man viele kleine Rißchen sehen, welche uns beweisen, wo im ursprünglichen Zustande die thierische Materie war. Wenn man den Knochen in die Quere zerbricht, so kann man auch die Größe und Gestalt der Höhlen entdecken, welche das Mark oder das oben erwähnte Fett enthalten.

Es ist leicht, diesen Proceß umzukehren, dadurch, daß man den Knochen in eine Säure legt, welche hinlänglich verdünnt wurde, um das thierische Gewebe nicht anzugreifen, aber doch stark genug ist, um den phosphorsauren und kohlensauren Kalk aufzulösen. Verdünnte Salpeter- oder Salzsäure kann hierzu angewandt werden, und wird auf solche Weise die erdigen Theile nach und nach von dem membranartigen Theile des Knochens trennen. Während der Wirkung der Säure kommen einige kleine Bläschen von kohlensaurem Gas zum Vorschein und zeigen die Anwesenheit einer geringen Menge von kohlensaurem Kalk an, welcher in Verbindung mit dem phosphorsauren immer in den Knochen vorhanden ist. Der phosphorsaure Kalk kann in der Auflösung dadurch erkannt werden, daß man ihn aus der sauren Auflösung mit einem reinern Alcali, wie mit einer Auflösung von Ammoniak, niederschlägt. Dieser Niederschlag kann ohne Effervescenz mit Salpetersäure, Salzsäure oder Essigsäure leicht aufgelöst werden. Eine kleine Quantität von Schwefelsäure läßt sich ebenfalls dadurch in der Flüssigkeit entdecken, daß man derselben salpetersauren Baryt zusetzt. In den menschlichen Knochen hat man auch Eisen gefunden*).

*) Nach Berzelius, Fourcroy und Vauquelin ist das letztere nicht der Fall bei den Menschenknochen, sondern bei den Ochsenknochen. Hier ist die Analyse.

	Thierische Materie.	Natron mit Kochsalz.	Kohlens. Kalk.	Phosphors. Kalk.	Fluorcalcium.	Phosphors. Bittererde.	
Menschenknochen	33,30	1,20	11,30	51,04	2,00	1,16	Berzelius.
Ochsenknochen . .	33,30	2,45	3,85	55,45	2,90	2,85	
" " . .	51,00	—	10,00	37,70	—	1,30	Fourcroy u. Vauquelin.

Die Ochsenknochen enthalten eine Spur Eisen. *Fourcroy et Vauquelin*, Annales de Chimie, 47, 244.

Anm. d. Uebers.

Die Subſtanz, welche nach der auf dieſe Art ausgezogenen Erde zurückbleibt, behält vollkommen die Geſtalt und die Dimenſionen des Knochens, hat aber alle mechaniſchen Eigenſchaften deſſelben verloren. Sie iſt weich, biegſam und elaſtiſch; hat in jeder Hinſicht viel Aehnlichkeit mit muskulöſen und fibröſen Gebilden, und iſt, gleich dieſen, mittelſt kochenden Waſſers in thieriſchen Leim und Eiweißſtoff zu verwandeln. Man hat zuweilen, aber irriger Weiſe, dieſe Subſtanz als identiſch mit dem Knorpel betrachtet; allein ſie hat weder die weiße Farbe, noch die Elaſticität, noch die Textur deſſelben, und iſt eben ſo wenig der Knorpelſubſtanz in Abſicht auf chemiſche Zuſammenſetzung ähnlich; denn während der Knorpel hauptſächlich aus Eiweißſtoff gebildet wird, kann die animaliſche Baſis des Knochens dem größern Theile nach in Gelatina aufgelöſt werden.

Es kann alſo der Knochen leicht in die zwei Theile getrennt werden, aus denen er beſteht: durch den zuerſt beſchriebenen Proceß erhalten wir ſeinen erdigen Beſtandtheil, ſeiner thieriſchen Unterlage beraubt; und durch den zweiten erhalten wir die häutige Baſis deſſelben, von Erde befreit. Der erſte dieſer Theile verleiht dem Knochen Härte, der zweite Zähigkeit; und ſo ſind hierdurch zwei Eigenſchaften, welche in homogenen, unorganiſirten Materien ſelten mit einander vereint ſeyn können, auf die geſchickteſte Art mit einander verbunden.

Die mechaniſche Structur der Knochen iſt nicht minder unſerer Bewunderung werth, als die chemiſche Zuſammenſetzung derſelben; denn beide ſind ein Beweis von der Zweckmäßigkeit, mit welcher jeder Theil zu der ihm angewieſenen Function gebildet iſt. Die thieriſche Faſer, welche, wie wir geſehen haben, das Bett iſt, in welchem der phosphorſaure Kalk abgelagert wird, beſitzt die netzartige Bildung, welche das gewöhnliche Zellgewebe zeigt; und daher hat der Knochen, wie man bei genauer Unterſuchung ſieht, ganz das Anſehen von kleinen Platten, welche mit Faſern durchwebt ſind. An den äußern, compactern Theilen iſt dieſe faſerige Anordnung der einzelnen Theilchen nicht ſehr leicht zu unterſcheiden, aber, ſowohl bei jungen Knochen, welche im Begriff ſind, ſich zu verknöchern, als auch bei ſolchen, welche lange dem

Wetter ausgesetzt wurden, oder lange im Wasser macerirten, kann man dieselbe leicht wahrnehmen. Bei den höhern Thierclassen zeigt das Innere der meisten Knochen auf das Deutlichste die Bildung von unregelmäßigen Höhlen, welche theils von der Trennung der Platten, theils von deren gegenseitiger Durchkreuzung und von den faserigen Verbindungen herrühren.

Die verschiedenen mechanischen Zwecke, für welche die Knochen in der thierischen Oeconomie verwandt werden, erfordern, daß ihre Formern verschieden seyen. Da, wo für einen Theil Stärke und Dichtigkeit erfordert wird, verbunden mit einem sehr geringen Grade von Bewegung, ist er in eine große Anzahl kleinerer Stücke getheilt, die unter sich mittelst Bändern vereinigt werden, wobei die einzelnen Knochenstücke kurz und zusammengedrückt sind und mehr oder weniger eine cubische Gestalt haben. Auf solche Weise ist die Wirbelsäule angeordnet, und eben so die Hand- und Fußwurzel. Wo hingegen die Knochen den Zweck haben, innern Theilen einen ausgezeichneten Schutz zu gewähren, oder für die Anheftung der Muskeln breite Oberflächen darzubieten, so finden wir, daß die knöcherne Bildung derselben sich in flache Platten verwandelt. Beispiele hiervon sind die Schädelknochen, das Schulterblatt, die Beckenknochen, und in einem weit bemerkbarern Grade der knöcherne Schild, welcher den Körper der Schildkröte umgibt. Ist aber im Gegentheile ein System von Hebeln erforderlich, wie in den Gliedern, welche das Gewicht des Körpers zu tragen und den die Ortsbewegung vermittelnden Organen als Anhaltspuncte zu dienen haben, so bekommen die Knochen die Gestalt von verlängerten Cylindern, welche im Allgemeinen an ihren Enden etwas verdickt sind, um die gegenseitige Verbindung zu erleichtern.

In den Formen, der Structur und Anordnung dieser Hebel, welche den Bewegungsorganen eine regelmäßige und genaue Anwendung ihrer Kräfte gestatten, und darauf berechnet sind, unter den verschiedensten Umständen dem Körper die gehörige Unterstützung zu verleihen, zugleich aber die Ausführung der mannichfaltigsten Bewegungen zuzulassen, können wir die handgreiflichsten Offenbarungen eines tiefen Planes, und die ausgesuchtesten Ein-

richtungen einer geschickten Mechanik erkennen. Alle wissenschaftlichen Principien der Architectur und Dynamik sind bei der Construction dieses Theiles des thierischen Organismus in Anwendung gebracht. Hebel der verschiedensten Art sind auf die künstlichste Weise bei der Bildung der Flossen der Fische, der Flügel der Vögel und der Glieder der Säugethiere angewandt. Die Kraft des Gewölbes, welches dem auf ihm lastenden Druck so kräftig zu widerstehen vermag, zeigt sich in den verschiedenen Theilen des Knochengerüstes der Wirbelthiere, wie bei dem Fuße des Menschen, der Wirbelsäule, dem Becken, und ganz besonders bei der gewölbten Decke des Schädels und dem Rückenschilde der Schildkröte.

Die Bildung dieser Hebel beweist, daß allen Bedingungen, wodurch einiger Vortheil in der Mechanik herbeigeführt werden konnte, die allergenaueste Aufmerksamkeit geschenkt wurde. In den vollkommenern Entwickelungen der Bildung, wie in denen, welche man bei den höhern Ordnungen der Säugethiere und eben so bei den Vögeln findet, sind alle lange Knochen hohle Cylinder, deren Höhle in der Mitte ihrer Länge am weitesten ist. Dieß kann man am besten sehen, wenn man einen großen Röhrenknochen, wie das Oberarmbein oder Schenkelbein des Menschen der Länge nach durchsägt. Die Ränder dieser Knochen bestehen aus einer dichten und compacten Substanz, welche von genau zusammenhängenden knöchernen Platten herrühren. Diese Ränder sind in der Mitte der Röhre oder an dem Schaft der Säule von größerer Dicke und werden immer dünner, je mehr wir sie gegen das Ende zu verfolgen. Diese gradweise Verminderung in der Dicke der Ränder hat ihren Grund in der immerwährenden Trennung der Platten, welche sich nach innen umbiegen, einander durchkreuzen und eine Menge unregelmäßiger Zwischenräume oder Zellen zwischen sich lassen, welche man Cancelli nennt. Da diese Platten von jeder Seite schief nach Innen gehen, so begegnen sie sich am Ende in der Achse des Cylinders, so daß sie gegen die beiden Endstücke der Knochen hin die mittlere Höhle verschließen, wo man findet, daß diese schwammige oder zellige Bildung den ganzen Durchmesser des Knochens einnimmt.

Wenn wir nun erwägen, daß die mechanische Eigenschaft, welche bei jedem cylindrischen Hebel erfordert wird, vornehmlich Festigkeit ist, und zwar eine Art von Festigkeit, welche Kräften zu widerstreben vermag, die in die Quere wirken, das heißt solchen, welche den Cylinder in seiner Mitte zu zerbrechen streben, so wird uns bald klar, daß eine gegebene Quantität von Material auf keine Art für eine Resistenz solcher Art besser berechnet seyn konnte, als die Form einer Röhre oder eines hohlen Cylinders *). Ich habe bereits Gelegenheit gehabt, auf dieses mechanische Princip aufmerksam zu machen, als ich von den hohlen Stämmen der Vegetabilien sprach, deren Festigkeit hauptsächlich davon abzuleiten ist, daß sie diese Form besitzen; und nun finden wir dasselbe Gesetz bei der Bildung der Knochen wiederum angewandt, welche hohl gemacht wurden und dadurch eine beträchtlich größere Stärke bekamen, als wenn dieselben Materialien zu einem festen Cylinder derselben Länge verwandt worden wären. Wir können ferner die Bemerkung machen, daß, da in der Mitte der Röhre die Spannung am größten ist, hier auch die Höhle am weitesten und die Resistenz am wirksamsten ist.

§. 3. Von der Bildung und Entwicklung der Knochen.

Es ist jedoch nicht hinreichend, die Endzwecke zu betrachten, denen durch diese Anordnungen auf eine so wundervolle Weise entsprochen wird. Nothwendigerweise muß unsere Neugierde uns auf das energischste reizen, die Processe und die so durchdacht aufeinanderfolgenden Mittel kennen zu lernen, welche von der Natur angewandt werden, um alle diese so künstlich angelegten Bildungen zu erzeugen und zu vervollkommnen. Glücklicherweise ist es uns gerade bei diesen Gebilden erlaubt, ein wenig weiter als gewöhnlich in die Geheimnisse der organischen Entwicklung einzudringen; denn die Aufeinanderfolge der Verän-

*) Ueber diesen Gegenstand hat uns schon vor längerer Zeit Dr. Porterfield eine sehr durchgearbeitete mathematische Demonstration geliefert in einer Abhandlung, welche in dem ersten Bande der Medical Essays and Observations, published by a Society in Edinburgh, p. 95, vorkommt.

derungen kann das Auge in der langsamern Entwicklung der härtern Theile leichter verfolgen, als in dem schnellern Wachsthum der nachgiebigern und ausdehnbarern Gewebe. Das besondere Material, aus welchen die Knochen gebildet werden, kann man durch seine Härte, seine weiße Farbe und Undurchsichtigkeit leicht unterscheiden von der weißern und durchscheinendern thierischen Substanz, mit welcher dasselbe verbunden ist. Daraus entspringt nun die Möglichkeit, dasselbe in der frühesten Periode seiner Ablagerung zu beobachten und die folgenden Veränderungen, die es erleidet, auf das Genaueste zu verfolgen.

Diejenigen Theile des thierischen Embryo, welche dazu bestimmt sind, Knochen zu bekommen, haben dieselbe weiche und gallertartige Consistenz, welche in dieser frühen Lebensperiode alle Gewebe des Körpers characterisirt, daher sie auch in der That von den halbflüssigen Theilen, die sie umgeben, schwer zu unterscheiden sind. Wenn mit der Zeit die Circulation des Blutes in den Gefäßen sich ausgebildet hat, und die neugebildeten Arterien ihre Zweige über jeden Theil der entstehenden Organisation ausgebreitet haben, gelangen diejenigen Gefäße, deren Bestimmung es ist, Knochen zu bilden, zu den schleimartigen Massen hin, wo ihr Werk anzufangen hat. Wie Bildhauer, welche, ehe sie am Marmor arbeiten, zuerst ein Modell aus einem rohen und mehr fügsamen Material machen, so machen sich die Arterien es zu ihrem ersten Geschäft, ein Modell für die künftigen Knochen zu entwerfen, welches nicht aus demselben Material besteht, aus welchem jene nachher zusammengesetzt sind, sondern aus einem von einfacherer und weicherer Natur; und dieß ist der Knorpel. In jedem Falle wird also der Knorpel zuerst gebildet, welcher dadurch sichtbar wird, daß er trüber ist, als die ihn umgebenden gallertartigen Theile. Er ist im Kleinen eine genaue Darstellung des Knochens, welcher im Laufe der Zeit seinen Platz einzunehmen hat. Es ist klar, daß, bis die andern Theile des Organismus so weit fortgeschritten sind, daß sie einen gewissen Grad von Festigkeit und Stärke erlangt haben, um, so weit es nöthig ist, massivere und starrere Bildungen tragen zu können, diese biegsame

und elastische Knorpelmaterie mit großem Nutzen zu ihrer Unterlage gebraucht werde; denn eine harte und unnachgiebige Bildung würde in den frühern Lebensperioden nur schädlich gewesen seyn. Je mehr aber der Organismus wächst und sich vergrößert, desto dringender wird das Bedürfniß einer mechanischen Unterstützung und desto mehr muß dafür gesorgt werden, daß derselbe äußern Gewaltthätigkeiten widerstehen könne.

Wenn alsdann alles für die Construction der Knochen vorbereitet ist, so ist die nächste Stufe, welche zu erreichen wäre, die, daß der Knorpel, welcher als das Gerüste für das zukünftige Gebäude zu betrachten ist, entfernt wird. Jedoch, während dieses Gerüste entfernt wird, darf das Ganze nicht auf einmal weggenommen werden; jeder Theil muß Stück für Stück entfernt werden, während die Operation der Befestigung der verschiedenen Balken und Pfeiler des Gebäudes ihren Fortgang nimmt. Zuerst wird damit angefangen, daß der Centraltheil des Knorpels resorbirt und an die Stelle desselben einige Knochenmaterie abgesetzt wird. Während dieses Vorganges zeigt sich eine größere Thätigkeit in den Arterien, welche ihren Durchmesser schnell vergrößern, so daß sie die färbenden Theile des Blutes durchlassen und dadurch für das Auge sichtbar werden, welches nun ohne Schwierigkeit ihrem Laufe folgen kann. Anstatt daß sie zuerst nur rothe Puncte waren, dehnen sie sich bald in Linien aus, deren Zweige wir bis zu einer gewissen Entfernung verfolgen können, obgleich ihre feinern Zerästelungen unserm Blicke entgehen. Ihre Function tritt nun mehr in Thätigkeit und sie bemühen sich, ihr Werk dadurch zu vollenden, daß sie Körnchen von phosphorsaurem Kalk ablagern. Diese werden Theilchen um Theilchen in einer bestimmten abgegränzten Ordnung und in regelmäßigen Linien niedergelegt, so daß sie zusammenhängende Fasern bilden. Wenn eine große Anzahl dieser zarten Fasern aneinandergelegt und mit andern Fasern verbunden wird, welche nach verschiedenen Richtungen von einander wegschießen und sich durchkreuzen, so wird eine Textur von einer Vereinigung mehrerer langer Spitzen (Spicula) gebildet, wodurch dünne Platten entstehen.

Bei den cylindrischen Knochen sind diese Knochenspitzen oder Knochenfasern (Spicula) vorherrschend und der Länge nach parallel mit einander angeordnet, so daß sie der Achse des Knochens entsprechen. Zuerst bilden sie in der Mitte desselben einen Ring; dieser Ring vergrößert sich nach allen seinen Dimensionen und vorzüglich seiner Länge nach; die Knochenfasern werden größer, aber nicht durch Ausdehnung ihrer Theile, sondern in Folge des Anreihens von frischen Material, das zwischen die bereits entstandenen abgelagert wird und durch Zugabe von neuen Theilchen an ihren beiden Enden. Auf gleiche Weise nimmt der Ring an Dicke zu, nicht durch die Ablagerung von phosphorsaurem Kalk zwischen die ursprünglichen Knochenlagen, sondern durch die Ablagerung frischer Lagen auf der äußern Seite der bereits bestehenden. Bei den flachen Knochen ist der Ossificationsproceß dem bereits beschriebenen sehr ähnlich, nur haben die Fasern ein strahlenförmiges Ansehen, indem sie von der Stelle, auf der sie zuerst abgelagert wurden, wie von einem gemeinsamen Mittelpuncte ausstrahlen. Dieß sieht man in Fig. 121, welche das Seitenwandbein eines menschlichen Schädels in einer frühern Ossificationsperiode darstellt und die strahlenförmige Gestalt der Fasern aufs Genaueste zeigt. In den würfelförmigen und unregelmäßiger gebildeten Knochen geht ohne Zweifel dieser Proceß mit derselben Ordnung und Regelmäßigkeit vor sich, jedoch kann ihm das Auge nicht so leicht folgen als bei jenen.

Derselbe Proceß wiederholt sich in den verschiedenen Theilen der Knochen, wo die Natur, den bestimmten Gesetzen der Entwickelung getreu, immer gewisse Mittelpuncte der Ossification angelegt hat. Der Knochen fährt fort von einem jeden dieser Mittelpuncte aus nach und nach gegen den Rand oder die entferntern Theile des Knorpels hin sich auszudehnen, denn auf diesem werden die Knochenmaterien gebildet und durch seine Form wird die des künftigen Knochens bestimmt. Zugleich hat aber der Ossificationsproceß die Eigenthümlichkeit, daß der Knorpel nach und nach resorbirt wird, um den Ablagerungen der Knochensubstanz Raum zu geben. Wenn der Knochen länglich

ist, so entstehen an den beiden Enden Ossificationspuncte noch ehe die Centralpuncte verknöchert sind, und die Enden, die auf diese Weise in Knochensubstanz verwandelt werden, verbinden sich später mit dem Mittelstück, so daß das Ganze eine zusammenhängende Knochenmasse bildet. Wenn bei flachen Knochen die Oberfläche sehr groß ist, so wird eine größere Anzahl von Arterien erfordert, um das Werk zu Stande zu bringen, und daher entstehen gewisse supplementarische Ossificationspuncte, durch deren Mitwirkung die materielle Ausbildung des Knochens schneller vor sich geht.

Diese Art des Wachsthumes gibt oft zu den interessantesten Resultaten Veranlassung, von denen die Schädelknochen ein schönes Beispiel geben. Das Gehirn, welches diese Knochen zu bedecken haben, erfordert schon in einer sehr frühen Lebensperiode eine solche Beschützung. Das Wachsthum eines Knochens von so großer Oberfläche, wie er für die Bedeckung des Gehirnes nöthig wird, hätte für die gewünschten Anforderungen nicht mit der gehörigen Schnelligkeit vor sich gehen können, wenn es nur von einem einzelnen Puncte ausgegangen wäre. Daher ist die Einrichtung getroffen, daß der Ossificationsproceß, der schon in einer sehr frühen Lebensperiode statt findet, zu gleicher Zeit von verschiedenen Puncten ausgeht. Offenbar wird die Ossification deßwegen beschleunigt, damit zu der Zeit, wo das Thier in die Welt eingeführt wird, das Gewölbe des Schädels vollendet sey, um die Gefahren, welche das Gehirn durch die Berührung mit äußern Körpern erleiden könnte, zu vermeiden. Die divergirenden Knochenfasern wachsen schnell und vereinigen sich mit denjenigen, welche in ihrer unmittelbarer Nachbarschaft sind, so daß dadurch eine größere knöcherne Platte gebildet wird. Sobald sie die vorgeschriebene Gränze erreichen, haben sie sich so weit ausgebreitet, daß sie die Kraft verloren haben, mit den Fasern, welche von andern Mittelpuncten ausgegangen sind und eine ihnen entgegengesetzte Richtung angenommen haben, zu verwachsen. Jedoch fahren die Arterien immer fort, Knochenmaterie abzusondern, und jede Lage von Knochenfasern begibt sich in Folge dessen in die Zwischenräume der entgegengesetzten

auf eine kleine Entfernung hinein und zwar so lange, bis ihr weiteres Wachsthum durch die Vergrößerung des Widerstandes, den sie finden, gehemmt wird. Hieraus folgt nun, daß die Ränder der Knochen, welche sich auf solche Weise begegnen, gleich Sägezähnen unregelmäßig ausgekerbt werden, so daß sie von Außen eine zickzackförmige Vereinigungslinie darstellen, welche man eine Naht (Sutura) nennt. Dieß sieht man in den Figuren 122. und 123., davon die erstere die obere Seite eines Kinderschädels und die letztere denselben Schädel vorstellt, zu einer Periode, wo die Ossification sich gänzlich geschlossen hat.

Die Vereinigung der Knochenfasern, welche von verschiedenen Ossificationspuncten ausgehen, ist nicht dem blinden Zufall unterworfen, sondern man findet, daß sie durch bestimmte Gesetze geregelt ist und bestimmte Beziehungen zu dem von Anfang an befolgten Bildungsplane hat. Jeder bestimmte Knochen wird durch eine gewisse Anzahl von Ossificationspuncten gebildet, welche mit einander ein System ausmachen, das diesem Knochen allein angehört und sich nicht auf die neben ihm befindlichen ausdehnt. Diese Stücke vereinigen sich mit einander, gleichsam durch eine natürliche Verwandtschaft; verschmähen es aber, sich mit Knochenfasern zu vereinigen, welche von benachbarten Ossificationspuncten ausgehen und andern Gruppen angehören. Diese Gruppen selbst sind wiederum nicht das Werk des Zufalles, sondern Theile, welche nach einem vorhergegangenen Plane dazu geschaffen worden sind. Freilich kommen zuweilen Umstände vor, welche die Tendenz zweier aneinanderliegender Knochen, ihre Trennungslinie beizubehalten, überwinden; und wir finden alsdann, daß diese in ein einziges Stück verwachsen. Solche Verbindungen nennt man mit einem technischen Ausdruck Anchylosen.

Wenn das bisher Gesagte das einzige wäre, was bei dem Bildungsproceß der Knochen vorkommt, so wäre derselbe vielleicht im Wesentlichen nicht viel von dem verschieden, durch welchen eine Muschelschale gebildet wird; denn diese entsteht, wie wir gesehen haben, mittelst allmählig aufeinanderfolgender

Ablagerungen von kalkartiger Materie, von welcher mit Beihülfe einer thierischen Membran eine Lage nach der andern gebildet wird. Diejenigen Veränderungen aber, welche in der Folge vorkommen, zeigen auf das Deutlichste, daß die Bildung eines Knochens vollkommen verschieden ist von der einer Muschelschale; denn kein einmal gebildeter Theil einer Muschelschale ist, wenn er nicht abgestoßen wird, irgend einer weitern Veränderung fähig. Sie ist als eine todte, aber vielleicht nicht ganz unorganische Masse zu betrachten, welche zwar mit dem lebenden Organismus in Verbindung steht, aber doch außerhalb seines Wirkungskreises liegt. Ein Knochen hingegen ist während des ganzen Lebens ein integrirender Theil des organischen Systemes, welcher an dessen Veränderungen Theil nimmt, durch dessen Kräfte verändert wird und immerwährende Gestaltveränderungen, so wie Erneuerungen in seiner Substanz durch die Lebensthätigkeit seiner Gefäße erleidet.

Die Form, welche zuerst nur roh entworfen war, geht nach und nach in dem Laufe des Wachsthumes ihrer Vollendung entgegen, und zwar so, daß die allgemeinen Verhältnisse der Theile immer beibehalten werden. Der ausgewachsene Knochen zeigt Hervorragungen und Eindrücke in derselben verhältnißmäßigen Lage, als zuerst, und besitzt daher nicht nur Höhlungen in seinem Innern, sondern auch häufig ausgehöhlte Theile, welche zuerst fest waren. Während allen diesen gradweisen Veränderungen der Gestalt findet man indessen durchaus keine Neigung der Theile zur Elasticität; denn alle Knochenfasern und Knochenplatten sind fest und unnachgiebig, und in dieser Hinsicht den Muschelschalen ähnlich*). Die Veränderungen, welche wir an den Knochen wahrnehmen, können durchaus nicht auf andere

*) Dieser Behauptung möchten wir widersprechen und für die Elasticität der Knochen nur den einfachen physicalischen Versuch anführen, daß eine Billardkugel, welche man auf eine mit Ruß geschwärzte Steinplatte herabfallen läßt, beim Aufheben ein ziemlich großes schwarz gefärbtes Segment zeigt. Auch sind wir der Ansicht, daß diese Eigenschaft der Knochen bei großen Anstrengungen und heftigen Sprüngen der Thiere im Stande ist, in etwas die Gewalt des Sprunges zu mildern, so wie bei der Geburtsthätigkeit die Schädelknochen des Fötus, und bei Fällen von Kopfverletzungen die der Erwachsenen augenscheinlich einen nicht geringen Grad von Elasticität zeigen. Anm. d. Uebers.

Weise hervorgebracht werden, als durch die Entfernung solcher Theile der Knochen des jungen Thieres, welche den Raum ausgefüllt haben, wo wir bei den Knochen älterer Thiere eine Höhle finden. Denn man sieht z. B., daß in den frühern Lebensperioden im Innern des Knochens keine Höhlen sind, sondern daß das Ganze eine solide Masse bildet. Bei einer gewissen Ossificationsperiode werden durch die Thätigkeit der absorbirenden Gefäße in den Knochen Zellen ausgehöhlt, wodurch Theile der Knochen, welche in der Achse der Gliederknochen, oder in der mittlern Lage der flachen Knochen befindlich sind, entfernt werden *). Der Raum, welcher dadurch entsteht, wird durch eine ölige Flüssigkeit, das Mark, ausgefüllt. Bei dem Fortgang des Wachsthums werden nun auf der äußern Seite des Knochens neue Lagen abgesetzt, ebensowohl als an den Enden der langen Fasern; während die innern gegen den Mittelpunct hin befindlichen Lagen durch die absorbirenden Gefäße entfernt werden, wodurch die Höhle immer mehr erweitert wird. Auf diese Weise verändert immer die äußerste Lage des jungen Knochens nach und nach ihre Stellung, indem sie mehr und mehr durch die neuen Lagen, welche nach und nach abgesondert werden, und welche sie bedecken und umschließen, eingehüllt wird, bis endlich durch die Entfernung aller dem Mittelpuncte nahe liegender Lagen die innerste Knochenplatte entsteht. Auf diese Weise muß der ursprüngliche Knochen ganz verschwinden, so daß der neugebildete durchaus kein Theilchen mehr von jenem besitzt, welcher zuerst gebildet wurde.

Man hat gefunden, daß wenn man gewisse färbende Substanzen unter das Futter der Thiere mengt, die Knochen durch dieselben stark gefärbt werden. Diese Thatsache ist zufälliger Weise durch Belchier entdeckt worden, der von den Erschei-

*) Die Knochen der niedern Classen der Wirbelthiere, wie die der Fische und Reptilien, erreichen selten diese Ossificationsstufe, sondern bleiben immer solid; sie entsprechen also den Knochen der höhern Classen, wie sie sich in den frühern Entwickelungsperioden verhalten.

nungen, die er beobachtete, folgende Beschreibung gibt*). Er speiste zufällig mit einem Cattundrucker von einem jungen, frisch geschlachteteten Schwein, und erstaunte sehr, daß die Knochen desselben, anstatt wie gewöhnlich, weiß zu seyn, eine tiefrothe Farbe hatten; als er sich nun über diesen Umstand erkundigte, erfuhr er, daß das Schwein von den Ueberbleibseln aus der Färberkufe, welche noch eine bedeutende Quantität rothfärbender Materie enthielten, gefüttert worden war. Eine so merkwürdige Thatsache zog natürlich die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich, und es wurden viele Experimente unternommen, um sich über die Zeit, innerhalb welcher eine solche Veränderung vor sich geht, Gewißheit zu verschaffen und zu bestimmen, ob die Wirkung bleibend oder nur vorübergehend sey. Man fand, daß die rothe Färbung sich leichter Knochen von Thieren mittheilt, welche noch wachsen, als solchen, welche bereits ihre volle Größe erreicht haben. So erhalten die Knochen einer jungen Taube innerhalb vier und zwanzig Stunden eine rosenrothe Farbe und in drei Tagen schon eine tiefe Scharlachfarbe, während bei einem erwachsenen Vogel fünfzehn Tage erfordert werden, um nur eine Rosenfarbe zu erzeugen. In den festen Theilen derjenigen Knochen, welche dem Mittelpuncte der Circulation am nächsten waren, war auch die Farbe intensiver, während sie in Knochen von derselben Stärke, welche aber weiter vom Herzen entfernt waren, schwächer erschien. Die Intensität der Färbung stand zugleich in geradem Verhältniß mit der Länge der Zeit, in welcher das Thier mit färbender Materie gefüttert wurde. Wenn man diese Fütterung aussetzte, so wurde die Färbung schwächer, bis sie am Ende gänzlich aufhörte**) †).

*) Siehe Phil. Transact. for 1736, Vol. XXXIX, p. 287 und 289.

**) Diese Experimente beweisen aber durchaus nicht, wie man früher angenommen hat, daß die Substanz des Knochens mit jeder Veränderung der Farbe gewechselt wird; sondern nur, daß die fär-

†) Folgendes beweist diese Bildungsart noch deutlicher: Du Hamel legte um einen Knochen einer lebenden Taube einen silbernen Draht so, daß der daraus gebildete Ring unter den Sehnen und der Knochenhaut lag. Nach einiger Zeit, in welcher

§. 4. Vom Skelet der Wirbelthiere.

Die Zwecke, welchen durch das Skelet bei den Wirbelthieren entsprochen wird, lösen sich in die drei folgenden auf: Erstens unterstützt das Skelet den Körper im Allgemeinen mechanisch, so wie es den einzelnen Theilen desselben eine Stütze darbietet; zweitens gewährt es den Muskeln für ihre Anheftung eine solide Basis, welche sie zur Ausführung ihrer Bewegungen nöthig haben; und drittens verleiht es den zum Leben nothwendigen Organen und insbesondere den Centraltheilen des Nervensystemes Schutz. Der letzte von diesen Momenten hat den größten Einfluß in Bestimmung der Principien, nach welchen das Knochengerüste eingerichtet ist. In dem Nervensystem aller derjenigen Thiere, welche man unter dem Namen Wirbelthiere begreift, sind die wichtigsten Theile dieses Systemes das Rückenmark und das Gehirn (welches letztere in der That als das vordere Ende des Rückenmarkes betrachtet werden kann, nur durch eine Zugabe von Nervensubstanz vergrößert), Organe, welche am meisten nöthig haben, vor jeder Art von Beleidigung geschützt zu werden. Man hat diese beiden Theile des Nervensystemes als Theile eines einzelnen Organes betrachtet,

---

benden Theile, wenn sie im Blute vorhanden sind, sich leicht mit den in dem Knochen enthaltenen phosphorsauren Kalke verbinden, aber durch die Thätigkeit der Gefäße leicht wieder verschwinden, sobald der frühere Zustand wieder eintritt.

Siehe eine Abhandlung von Gibson in den Memoires of the Lit. and Phil. Soc. of Manchester. Second Series, I. 146.

der Knochen seinem Querdurchmesser nach gewachsen war, fand er, als er diesen Theil durchschnitt, den Ring in der Markröhre, die dieselbe Größe erreicht hatte, als der Ring. Dieß muß so erklärt werden, daß die innere unter dem Ring befindliche Knochenlage aufgesaugt wurde, während über dem Ring das Wachsthum des Knochens fortfuhr. Die Röhrenknochen wachsen blos durch Anlagerung an der Grenze, durch welche die verknöcherten Stücke derselben an die knorpeligen anstoßen; dieß beweist ein Versuch von John Hunter, der das Schienbein eines jungen Schweines entblößte und in das Mittelstück desselben an den beiden Enden zwei Löcher bohrte, deren Entfernung er maß und nach einigen Monaten nicht verändert fand.

Siehe Du Hamel in Mém. de Paris, 1743, p. 102, ed. in 8. p. 137.

Schon lange vor Belchier hat Mizaldus die Wirkung der Färberröthe gekannt. Siehe Mizaldus, Centur. memorab. et jucund. seu arcanor. omnis generis, Paris 1572, 12. Cent. 7. n. 91. Anm. d. Uebers.

und das Spino-Cerebralsystem genannt, um dieselben von analogen Theilen des Nervensystemes der Gliederthiere zu unterscheiden, jedoch ist bei den größten Unterschieden der Structur und Functionen immer unter den einzelnen Formen des Nervensystemes eine Analogie festgehalten, welche diese beiden großen Abtheilungen des Thierreiches characterisirt. Im Embryonenzustande besteht der Centraltheil dieses Systemes bei den Wirbelthieren in zwei getrennten Filamenten, welche nach der ganzen Länge des Körpers parallel nebeneinander hinlaufen, jedoch vereinigen sich diese beiden Fäden mit der Zeit und bilden einen einzelnen am Rücken befindlichen Markstrang. Durch die besondere Form dieses, des Centralorganes des Nervensystemes, wird der erste Typus des Skelets gegeben.

Bei der Grundlage der Bildung des Skelets ist daher der erste Punct der, für die Sicherheit des Rückenmarkes zu sorgen; eine Absicht, die dadurch erfüllt wird, daß dasselbe in eine Reihe von knorpeligen Ringen eingeschlossen wird, die dazu bestimmt sind, ihm während seines Wachsthumes als Schild zu dienen und dadurch, daß sie nachher verknöchern, dasselbe auf das Wirksamste vor allem verletzenden Drucke schützen. Consequenter Weise ist daher die Wirbelsäule derjenige Theil des Skelets, dessen Rudimente in der früheſten Periode des Embryo vorkommen. Jene oben angeführten Ringe bilden eine Säule, welche sich der Länge nach an dem Rumpfe ausdehnt; so daß sie das Ansehen haben, wie jene Reihe von hornigen Ringen, die wir an den Körpern der Würmer, der Insecten, kurz aller Gliederthiere als Organe antrafen, welche dieselben umhüllen. Sobald der Ossificationsproceß stattgefunden hat, nennt man diese Ringe Wirbel, und die Säule, die diese Wirbel bilden, die Wirbelsäule. In Fig. 124. sieht man die Gestalt eines Rückenwirbels von dem menschlichen Skelet, in Fig. 125. eine Seitenansicht von vier mit einander verbundenen Wirbeln, und Fig. 126. ist ein senkrechter Durchschnitt desselben Theiles der Wirbelsäule, welcher den Canal zeigt, der durch die Ringe gebildet wird. Von der Beständigkeit, mit welcher in allen zu diesem Typus gehörigen Thieren die Wirbelsäule gefunden wird, und von der

Gleichmäßigkeit des Planes, nach welchem er bei den unendlichsten Veränderungen gebildet ist, wurde sie zum entscheidenden Character der großen Thierclasse gemacht, welche daher Wirbelthiere, Animalia vertebrata, genannt werden.

Nicht weniger wichtig ist die Wirbelsäule, wenn man ihre mechanischen Beziehungen zu dem übrigen Skelet betrachtet. Sie ist der große Centralhebebaum der ganzen Maschine, welcher zwischen allen Theilen derselben Verbindungspuncte knüpft und dieselben zu einem zusammenhängenden Systeme vereinigt; sie ist die allgemeine Achse aller Bewegungen, oder der allgemeine Stützpunct, um den sich alle Hauptknochen der Extremitäten bewegen. Sie liefert eine Menge fester Anhaltungs- und Befestigungspuncte für alle die großen Muskeln, welche auf diese Knochen wirken, und zugleich für diejenigen, welche den Rumpf selbst bewegen.

Wäre diese Säule starr, so würde dadurch das ganze System Unbequemlichkeiten und sogar Gefahren ausgesetzt werden, indem die Stöße, welche während aller schnellen und plötzlichen Bewegungen des Körpers auf dieselbe ausgeübt würden, in diesem Falle eine viel zu heftige Wirkung hätten. Der Mechanismus derselben mußte daher nicht nur so eingerichtet seyn, daß er alle diese Stöße auszuhalten vermochte, sondern auch dafür, daß alle Arten der Biegungen und Drehungen des Rumpfes möglich waren. Während aber für alle diese Bedürfnisse gesorgt war, mußte zu gleicher Zeit auch dafür Sorge getragen werden, daß das Rückenmark, das von den Wirbeln eingeschlossen wird, während allen diesen Bewegungen vor Druck gesichert sey; denn die Structur derselben ist so zart, daß der geringste Grad des Druckes seine Functionen unterbrechen und zu den fatalsten Zufällen Veranlassung geben kann. Eben so wird für die Nerven, welche in gewissen Zwischenräumen auf jeder Seite der ganzen Länge nach aus dem Rückenmarke entspringen, ein sicherer Durchgang erfordert.

Nirgends wurde die mechanische Kunst mit mehr Umsicht angewandt, als bei der Construction eines Theiles, welcher befähigt seyn sollte, diese einander entgegengesetzten und offenbar sich wider-

ſtreitenden Functionen zu erfüllen. Die größte Schwierigkeit lag darin, eine große Stärke mit der nöthigen Biegſamkeit zu verbinden. Dieſen Punct finden wir dadurch erreicht, daß die Wirbelſäule in eine größere Anzahl von Stücken abgetheilt iſt, deren jedes an die beiden angränzenden ſich anſchließt und durch daran befeſtigte Bänder genau mit denſelben verbunden iſt, ſo daß an der Vereinigungsſtelle ein ſehr geringer Grad von Biegung hervorgebracht wird. Da aber dieſe geringe Biegungsfähigkeit bei jedem einzelnen Gelenke ſtatt findet, ſo wird durch die Vervielfältigung derſelben im ganzen Verlaufe der Wirbelſäule ein beträchtlicher Grad der Beweglichkeit in derſelben erzeugt.

Die breite Baſis eines jeden Wirbels ſteht mit dem nächſten nicht durch ein Gelenk in Verbindung, ſondern blos durch eine Platte von derſelben Breite (M M, Fig. 125. und 126.), welche aus einer Subſtanz beſteht, die das Mittel hält zwiſchen der Textur des Bandes und des Knorpels (Faſerknorpel) und in einem bemerkenswerthen Grade Zähigkeit und Adhäſionskraft mit Zuſammendrückbarkeit und Elaſticität verbindet. Indem es auf einen gewiſſen Grad einer Kraft, welche es auf eine Seite zu biegen ſtrebt, nachgibt, vermindert es die Größe der Bewegung, welche man ſonſt in jedem einzelnen Gelenke fände; indem es aber zugleich wie eine Feder wirkt, ſo beſänftigt es jeden Druck und alle Erſchütterungen, welche von einer zu heftigen Thätigkeit herrühren. Denn wir finden, daß wenn auch die Wirbelſäule noch ſo ſehr gebogen wird, durch die Biegungen der Wirbel kein freier Raum entſteht, noch die Continuität der Wirbelſäule im Geringſten unterbrochen wird.

Die Bewegungen der Wirbel aufeinander werden ferner durch die Art geleitet, auf welche die Gelenkfortſätze, welches jene Knochenſtücke ſind, die auf jeder Seite ſchief hervorragen, auf einander ſpielen. Dieſe Fortſätze (A A, Fig. 124. und 125. ſind von dem größten Nutzen, um die plötzliche Dislocation der Wirbel zu verhüten; ein Zufall, der durch keine ſchnell wirkende Kraft, die ſonſt einen Bruch veranlaßte, hervorgebracht werden kann. Jeder, der die Wirbelſäule eines Haſen oder Kaninchens mit Gewalt auseinanderzureißen verſucht, wird die Kunſt bewun-

dern, mit welcher dieſe Knochen untereinander in Verbindung ſtehen und über die Geſchicklichkit der Einrichtung ſtaunen, welche bei großer Biegſamkeit einen ſo kräftigen Widerſtand jeder Kraft entgegenſetzt, die die Theile zu trennen droht.

Um dem Rückenmark einen Durchgang durch die Wirbelſäule zu geſtatten, ſind die Körper der Wirbel (B, Fig. 124. und 125.) nach hinten zu in Rinnenform ausgehöhlt, über welche Rinne von den Seitentheilen derſelben aus eine breite Knochenplatte gleich dem Bogen einer Brücke geſprengt iſt. Die aufeinanderfolgende Reihe von Bögen bildet, da die Winkel miteinander in genauer Verbindung ſtehen, einen ununterbrochenen Kanal, welchen das Rückenmark ausfüllt. An den Seiten eines jeden Bogens befinden ſich Kerben, welche aufeinander paſſen und dadurch Oeffnungen bilden, durch welche den Nerven, ſobald ſie das Rückenmark verlaſſen, ein freier Ausweg geſtattet wird. Alle dieſe Verhältniſſe kann man in den Abbildungen ſehen und beſonders in dem Durchſchnitt Fig. 126., wo C C den Canal für das Rückenmark vorſtellt, in welchem man die eben angeführten Oeffnungen bei O O deutlich wahrnehmen kann.

Um den Muskeln, welche ſich an die Wirbelſäule befeſtigen, einen angemeſſenen Haltpunct zu geben, hat jeder Wirbel außer den oben beſchriebenen Theilen ein hervorragendes Knochenſtück, welches von der Spitze des Bogens ſich aufwärts erſtreckt und der Dornfortſatz genannt wird. (S S) Die ſcharfe Gräte, welche längs der Mitte des Rückens eines jeden Säugthieres verläuft, wird durch eine zuſammenhängende Reihe dieſer Fortſätze gebildet. An den Seiten der Wirbel ſind ebenfalls zwei andere hervorragende Knochenſtücke, welche man die Querfortſätze (T) nennt, und welche als Hebel dienen, um die Wirbelſäule zur Seite zu biegen, und zwar ſowohl rechts als links. Alle dieſe zur Bildung der Rückenwirbelſäule verwandten Theile ſind beträchtlichen Modificationen bei verſchiedenen Thiergattungen unterworfen, je nachdem ihr Syſtem dieſe oder jene hervorſtechende Eigenthümlichkeit erfordert und ihre Körperbildung dieſen oder jenen beſondern Zweck zu erfüllen hat.

Man findet nicht leicht einen der Knochenbildung angehöri-

gen Theil, bei deſſen Veränderung in der Structur man die genaue Einheit des Planes und das Geſetz einer gradweiſen Entwicklung, das die Natur in allen ihren Gebilden uns zu erkennen gibt, beſſer erſehen könnte, als gerade die Wirbelſäule. Bei dem Studium der verſchiedenen Modificationen, welchen dieſer Theil des Skelets unterworfen iſt, wird es nützlich ſeyn, daß wir uns die Principien vor die Seele führen, welche dieſe Bildungen zu leiten ſcheinen und welche Geoffroy St. Hilaire dadurch gewonnen hat, daß er den Hergang des früheſten Wachsthums verfolgte und die Ordnung, in welcher ſich die einzelnen Theile entwickeln, ſich bemerkte. Die Wirbel haben mit allen andern Knochen das Gemeinſchaftliche, daß ihr Wachsthum von gewiſſen beſtimmten Stellen oder Oſſificationspuncten ausgeht, wo ſich zuerſt abgeriſſene Knochenſtücke bilden, die beſtimmt ſind, ſich miteinander zu vereinigen und einen einzigen Knochen auszumachen. Eine genauere Kenntniß der allgemeinen Formen und beziehungsweiſen Lagen dieſer Elementarſtücke iſt von der größten Wichtigkeit; denn wir finden, daß gewiſſe Umſtände die Entwicklung einiger dieſer Theile früher und in größerer Ausdehnung bewirken, als die anderer Theile; ein Verhältniß, das in den Geſtalten und Proportionen verſchiedener Knochen in den verſchiedenen Perioden ihres Wachsthumes zu den größten Abweichungen führt, obgleich der Urſprung und die Zuſammenſetzung derſelben im Weſentlichen dieſelben ſind.

Die Anzahl der Elemente, welche dazu beitragen, einen Wirbel zu bilden, wurde von verſchiedenen Phyſiologen auf verſchiedene Weiſe angegeben. In Fig. 127. ſind ſie in ihrer Lage gegen einander abgebildet. Der erſte Theil iſt der, welcher den Kern oder den Körper (B) des Wirbels bildet und deſſen Oſſification in ſeinem Mittelpuncte beginnt. Die beiden Organe, welche zunächſt die wichtigſten ſind, ſind die beiden Knochenplatten (L L), welche von den Seiten des Körpers ausgehen und das Rückenmark umfaſſen, welches zwiſchen denſelben liegt. Das vierte weſentliche Element iſt der Dornfortſatz (S), welcher jene beiden Platten vereinigt und auf dieſe Weiſe den Bogen nach oben ſchließt; er kann als Schlußſtein

betrachtet werden, welcher das Rückenmark beschützt. Auf diesen folgen die beiden Querfortsätze (T T), welche von den Seiten auswärts ragen und welche mit den bogenförmigen Knochen, welche die Rippen (R R) bilden, im Allgemeinen verbunden sind. Dieß sind diejenigen sechs Theile, welche man als die wesentlichsten Elemente und als solche betrachten kann, welche in der Bildung der Wirbel am beständigsten vorkommen. Jedoch sind zugleich gewisse andere Theile vorhanden, welche wegen ihres häufigen Vorkommens zu bemerken sind. Solche sind die Knochenplatten, welche die beiden Flächen der Körper der Wirbel überziehen und mit ihren beiden Oberflächen in unmittelbarer Verbindung mit dem Zwischenwirbelband (ligamentum intervertebrale) stehen, und bei manchen niedern Ordnungen der Wirbelthiere sogar Gelenke bilden. Zugleich entwickeln sich auch häufig Fortsätze, welche an der untern Fläche der Wirbel Bögen und Stacheln bilden und den bereits erwähnten obern Bögen entgegengesetzt sind. Diese Bildung findet man im Allgemeinen bei den Fischen und hat sie auch bei einigen Cetaceen beobachtet. Die Bögen, welche auf diese Weise gebildet werden, schließen eine große Arterie ein, welche die Fortsetzung der Aorta oder derjenigen Hauptarterie ist, welche unmittelbar unter der Wirbelsäule längs des Rückens verläuft.

Es gibt noch mehrere andere Fortsätze, welche weniger beständig vorhanden sind und in Absicht auf ihre Gestalt sich vielfach verändern. Sie bilden Gelenkflächen, um mit den Oberflächen entsprechende Fortsätze der aneinanderstoßenden Wirbel Verbindungen einzugehen. Es gibt dieser Art vier (A A A A), welche jedem Wirbel angehören und deren zwei vorn und zwei hinten befindlich sind. Man darf diese Fortsätze durchaus nicht zu den ersten Elementen der Wirbel zählen, weil man findet, daß sie in vielen Fällen verschiedene Lagen einnehmen und bald durch die Ausdehnung der Körper, bald durch Ablagerungen an den Bögen gebildet werden. Wenn wir sie durch die verschiedenen Familien der Thiere hindurch verfolgen, so beobachten wir, daß sie auf die mannichfachste Art ihre Lage verändern und nicht einmal in Absicht auf ihre Anzahl irgend eine Beständigkeit zei-

gen. Bei den Fischen fehlen sie ganz; beim Crocodil und andern Reptilien sind sie so nahe beisammen, daß sie drei articulirte Oberflächen zeigen, nämlich zwei, die dicht neben einander liegen und eine dritte hinter diesen. Bei dem Schnabelthier (Ornithorynchus) behält die letztere ihre Lage in der Mitte bei, während die andern Gelenkoberflächen dadurch von einander getrennt sind, daß sie sich nach Außen kehren und auf die Bögen zu liegen kommen. Bei den Säugthieren verschwindet die mittlere Oberfläche ganz und die äußern vergrößern sich, so daß sie das bilden, was man den schiefen Fortsatz (processus obliquus) nennt.

Oft entwickeln sich, um besondern Bedürfnissen zu entsprechen, außer diesen Elementarknochen noch andere accessorische. So sehen wir, daß bei den Fischen an den Enden eines jeden Stachelfortsatzes ein oder zwei weitere Fortsätze (I) befestigt sind. In manchen Fällen stehen sie aber mit diesen Fortsätzen nicht unter einer Linie in Verbindung, sondern kommen in geringer Entfernung von denselben vor, gerade als ob sie aus ihrer ursprünglichen Lage gewiesen wären. In diesem Falle findet man sie zwischen den Dornfortsätzen, und sie erhalten dann den Namen Zwischendornfortsätze (ossa interspinalia).

Bei dem Fortschreiten ihrer Entwickelung haben die Dornfortsätze eine Tendenz, sich in zwei Aeste zu theilen, eine Theilung, welche auch bei den Zwischendornfortsätzen häufig vorkommt. Auf gleiche Weise entwickeln zuweilen die Querfortsätze accessorische Stücke, wie man bei manchen Reptilien findet. In andern Fällen aber bekommen sie in ihrer Lage eine gradweise Veränderung, wie wir dieß sehen, wenn wir die Wirbelsäule nach hinten verfolgen, wo sie gegen den Unterleib hin absteigen.

Die Biegsamkeit der verschiedenen Theile der Wirbelsäule wird durch die Größe und Form ihrer Fortsätze bestimmt. Wenn diese sehr entwickelt sind, so müssen sie nothwendig die Biegung der Wirbel nach derjenigen Seite hin, die sie einnehmen, verhindern; sind sie aber klein, so entsteht dadurch kein Hinderniß, sondern die Wirbelsäule kann nach allen Richtungen hin sich bewegen. Wenn wir daher sehen, daß die Dornfortsätze sehr ver-

längert sind, so können wir schon daraus schließen, daß der Rückgrath in der Richtung jener nicht gebogen werden kann, daß aber dabei eine Seitenbewegung frei und leicht vor sich geht. Dieß ist der Fall bei der Wirbelsäule der Fische, bei denen die letztere Art der Bewegung besonders zum Bedürfniß geworden ist. Bei den Delphinen dagegen und andern Cetaceen sind Körperbewegungen nach oben und unten erforderlich, und daher sind die Dornfortsätze klein und die Querfortsätze sehr lang und breit.

Jedes Vorkommen einer Formveränderung in diesen wichtigen Theilen des Knochensystemes wird in gleicher Art sich immer auf irgend ein besonderes Verhältniß in den Lebensgewohnheiten des Thieres beziehen und dem allgemeinen Plane seiner Oeconomie untergeordnet seyn. Will man sich jedoch einen klaren Begriff davon machen, auf welche Art die Natur diese Veränderungen bewirkt hat, so ist durchaus nöthig, die Elemente eines jeden Theiles des Knochengerüstes einer genauen Untersuchung zu unterwerfen; denn diese bilden gleichsam das Alphabet, welches der Schlüssel zu den verschiedenen Verbindungen ist und welches vor unsern Begriffen deren Ursprung und fortschreitendes Wachsthum entfaltet. Während ein jedes dieser Ossifications-Elemente durch die verschiedenen Entwickelungsgrade hindurchgeht, erhalten die verschiedenen Knochen, die zur Bildung des Ganzen beitragen, ihre eigenthümlichen Gestalten und besondern Dimensionen. Zuweilen aber finden wir, daß eines oder das andere dieser Elemente verschwunden ist, oder wir können, nachdem die übrigen ausgebildet sind, an einzelnen keine Spur von weiterer Entwicklung wahrnehmen; in andern Fällen sehen wir, daß es übermäßig entwickelt ist und Formen darbietet, welche von ungewöhnlicher Zusammensetzung sind, so daß man nur schwer dasselbe Element wieder erkennen kann; und in noch andern Fällen sind, wie wir so eben bei den Stachelfortsätzen der Fische gesehen haben, die accessorischen Theile vervielfältigt, als ob die Natur anhaltend sich bemüht hätte, dieselben Bildungen wiederholt anzubringen. Bei allen diesen Veränderungen bleibt die Form derjenigen Theile, welche für das Leben von der größten Wichtigkeit sind, am constantesten, so wie die Gestalt derer, auf

welchen der Urtypus der Classe, zu welcher das Thier gehört, beruht.

Die Wirbelsäule ist im Allgemeinen an ihrem hintern Ende in eine Reihe von Wirbeln verlängert, welche zuweilen außerordentlich zahlreich sind; sie haben die Eigenthümlichkeit, daß sie, je mehr sie sich nach hinten erstrecken, an Größe abnehmen, immer kleinere Fortsätze bekommen, deren einer nach dem andern verschwindet und am Ende, nachdem alle verschwunden sind, eine Reihe von kleinen cylindrischen Wirbelkörpern darstellen. Sie sind zugleich sowohl in ihrem Wachsthum, als auch in ihrer Ossification beschränkt, so daß wir die Endstücke derselben beinahe immer im Knorpelzustande finden. Dieser Art ist die Bildung des knöchernen Gerüstes des Schwanzes, wie wir es bei vielen Säugethieren in seiner entwickeltsten Form sehen. Es spricht sich hier das Gesetz aus, daß wenn in irgend einem System eine häufige Wiederholung derselben Structur vorkommt, dieselbe bei öfterer Wiederholung weniger vollkommen wird und damit aufhört, daß sie gar nicht mehr dem ursprünglichen Character getreu bleibt. Im gegenwärtigen Beispiele sieht man die Folgen dieses Gesetzes am deutlichsten hervorspringen, denn dadurch wird die Biegsamkeit des Schwanzes vermehrt und derselbe zu einer Menge von nützlichen Zwecken tauglich gemacht. Dieß zeigen besonders der Coaita (Ateles, Simia Paniscus L. und verwandte Arten) und das Känguruh.

Nächst der Wirbelsäule ist der Schädel oder die knöcherne Bedeckung des Gehirnes in Verbindung mit den Gesichtsknochen, welche die Organe der feinern Sinne beschützen, von der größten Wichtigkeit. Eine genaue Untersuchung über die Art und Weise, wie diese Knochen gebildet sind, hat manche der neuern Anatomen zu der Meinung verleitet, als ob sie ursprünglich Theile der Wirbelsäule und in der That nichts anderes wären, als höher entwickelte Wirbel, die freilich in Folge der neuen Bedingungen, denen sie unterworfen sind, große Veränderungen in ihrer Gestalt erlitten hätten, jedoch noch immer alle die wesentlichen Elemente der Wirbel beibehielten. Allerdings ist im Embryonenzustand, wenn die Organe des Gehirnes noch weniger

entwickelt sind, die Aehnlichkeit der kleinen knöchernen Cirkel, welche dieselbe einschließen, mit den Wirbeln ziemlich hervortretend; jedoch entschwindet diese Aehnlichkeit, je mehr das Gehirn sich vergrößert. Das schnelle Wachsthum des Gehirnes bei den höhern Ordnungen der Thiere ist nothwendigerweise mit einer gleich schnellen Ausbreitung der Schädelknochen verbunden, daher die einzelnen Elemente derselben auch zu einer ganz ungewöhnlichen Lage veranlaßt werden, und nachdem sie auf verschiedene Art entstellt und verdreht worden sind, unter der sonderbaren Gestaltung, die sie angenommen haben, schwer erkannt werden können.

Die so ausgebreiteten Untersuchungen, welche in neueren Zeiten in diesem Zweige der vergleichenden Anatomie gemacht wurden, haben viele Thatsachen geliefert, welche die Hypothese zu unterstützen schienen, daß die knöchernen Bedeckungen des Gehirnes das Resultat der Entwicklung dreier Wirbel seyen. Nach dieser Theorie ist der erste dieser Schädelwirbel (wenn wir unsere Aufzählung vom Nacken an beginnen) das Hinterhauptbein, dessen unterer Theil, nämlich der, auf welchem das kleine Gehirn unmittelbar aufruht, mit dem Körper eines Wirbels verglichen werden kann; seine beiden Seitenstücke wären alsdann die Wirbelbögen und der obere Theil der Dornfortsatz. Der Körper des zweiten Schädelwirbels wäre sodann die hintere Hälfte des Keilbein-Körpers, welche in der Mitte der Schädelbasis befindlich ist, die Schläfbeine wären dessen Wirbelbögen und die Seitenwandbeine die beiden Hälften des Dornfortsatzes. Der dritte Schädelwirbel besteht aus der vordern Hälfte des Keilbeines, welche sein Körper ist und aus den Stirnbeinen, welche dessen Bögen darstellen. Diese Theorie, welche Duméril erfunden und Oken mehr ausgebildet hat, wurde von Geoffroy St. Hilaire noch weiter auf die Gesichtsknochen angewandt; welcher letztere auch noch andere Entwickelungen von Schädelwirbeln aufbrachte *); jedoch wer-

*) Nach der Theorie von Geoffroy St. Hilaire ist die Anzahl der Schädelwirbel sieben, deren jeder aus neun Elementartheilen besteht.

den die Analogien, auf welche diese Hypothese gestützt ist, immer mehr schwach und verworren, je mehr wir uns die Bildung eines eigentlichen Wirbels und den Zweck einer Wirbelsäule vergegenwärtigen.

Alle andern zum Skelete gehörigen Theile können als accessorisch zu der Wirbelsäule betrachtet werden, und haben weder in Absicht auf Gestalt noch Anzahl diejenige Beständigkeit in ihrer Bildung als jene. In manchen Fällen, wie bei den Schlangen, fehlen diese accessorischen Theile durchaus; in anderen sind sie blos rudimentartig vorhanden, und nur in wenigen kann man sagen, daß sie ihre vollkommene Entwicklung erhalten haben. Um uns auf einen Standpunkt zu stellen, von dem aus wir alle diese Grade der Entwicklung vergleichungsweise übersehen können, wird es am besten seyn, dieselben zuerst in ihren mehr entwickelten Formen zu betrachten, wie diese bei den höheren Classen der Quadrupeden vorkommen. In den folgenden Beschreibungen ist das Skelet des Schweines (Fig. 128.) zum Beispiel gewählt.

Die Rippen bestehen aus knöchernen Bögen, welche an ihrem obern Ende mit den Körpern der Wirbel und zugleich mittelst einer besondern Articulation mit den Queerfortsätzen derselben in Verbindung stehen; wodurch sie im Allgemeinen, aber freilich in geringerem Grade, einige Beweglichkeit zulassen. Ihr vornehmlichster Nutzen ist der, die Organe, welche in der Brusthöhle (Thorax) befindlich sind, (nämlich das Herz und die Lungen) zu beschützen; jedoch haben sie noch die weitre Funktion, durch die auf- und absteigenden Bewegungen, welche ihnen durch ihre Muskeln mitgetheilt werden, die Respiration zu vermitteln. Die beiden Theile, aus welchen sie bestehen, bilden oft an ihrer Vereinigungsstelle einen Winkel, an welchem zuweilen ein Fortsatz angebracht ist, welcher (wie bei den Vögeln) dieselben mit den in der Nachbarschaft befindlichen Rippen verbindet.

Die Rippen stehen nach vorn (beziehungsweise nach unten) mit dem Brustbein, Sternum (S) in Verbindung und zwar theils unmittelbar, (wie bei den Vögeln), theils mittelst Knorpeln, welche wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Rippen eine Forsetzung derselben zu seyn scheinen, und offenbar dazu dienen, den Rest des Halb-

cirkels zu vergrößern, und den Rippen mehr Beweglichkeit zu gestatten. Diese Knorpel, welche man auch Apendices sterno-costales genannt hat, verknöchern nicht selten, entweder ganz, oder nur zum Theil.

Das Brustbein besteht aus neun Elementarstücken, deren jedes von einem besondern Ossificationspunkt ausgeht. Zwei derselben nehmen das Ende ein, welches dem Kopfe am nächsten ist und welches der Handgriff, Manubrium, genannt wird; vier andere Theile sind an den Seiten, die beiden letztern befinden sich an dem entgegengesetzten Ende, dem Schwerdtfortsatz, Processus xyphoideus, und in der Mitte ist ein einziges, das den Körper, Corpus, bildet. Wenige Gegenstände der vergleichenden Knochenlehre sind so interessant und lehrreich, als die Beobachtung des Entwicklungsganges, dieser einzelnen Elementartheile in den verschiedenen Thierklassen, von dem rudimentartigen Zustand dieses Knochens an, wie er bei den Fischen vorkommt, bis zu seiner höchsten Entwicklungsstufe bei den Schildkröten und den Vögeln, welche wieder unter sich die allerverschiedensten Anordnungen dieser Elemente darbieten.

Zuletzt kommen, was die Beständigkeit betrifft, die Knochen der Extremitäten. Wenn wir in der Reihe der Thiere aufsteigen, so können wir beobachten, daß die Tendenz der Organe sich zu conzentriren vorherrschend ist, und daß sich consequenterweise die Anzahl derselben mehr und mehr vermindert. Während wir bei den Thieren der niedern Classen, welche Extremitäten besitzen, eine bedeutende Anzahl von Füßen antreffen, hat die Natur schon bei allen Thieren, welche zu der Classe der wahren Insecten gehören, die Zahl derselben auf sechs festgesetzt; und bei den Wirbelthieren finden wir nie mehr als vier. Gleichwie wir gesehen haben, daß bei den Insecten alle Beine in die gleiche Anzahl von Theilen abgetheilt sind, so finden wir, daß die Knochen der hintern und vordern Extremitäten in einem überraschenden Einklange miteinander stehen. Beide, sowohl die eine, als die andere stehen mit der Wirbelsäule mittelst großer und breiter Knochen in Verbindung, welche dazu dienen, ihnen einen sichereren Befestigungsort zu verleihen, und zugleich den Muskeln, welche die Bestimmung

haben, die Glieder zu bewegen, eine ausgedehnte und vortheilhafte Anheftungsstelle verleihen. Die beiden Knochen, mittelst welcher die vordere Extremität mit dem Rumpfe in Verbindung steht, sind das Schulterblatt, Scapula (B), welches einen Fortsatz besitzt, den man den Rabenschnabelfortsatz, processus coracoideus, genannt hat; und das Schlüsselbein, Clavicula *), welches von dem Schulterblatt zum Brustbein geht, und mit beiden durch Gelenke verbunden ist.

Die diesem entsprechenden Knochen der hinteren Extremität sind der Zahl nach drei, und bilden mit einander einen Theil der Wirbelsäule, an welche sie mittelst straffer Gelenke befestigt sind, und welche zusammen das Becken, Pelvis, heißen. (P). Der Theil der Wirbelsäule, welchen die Beckenknochen einschließen, heißt das Heiligenbein (Kreuzbein), Os sacrum. Wenn das Kreuzbein vollkommen verknöchert ist, so stellt es nur einen einzigen Knochen dar; doch bestand es ursprünglich aus mehreren getrennten Wirbeln, welche später zu einem Knochen verwachsen (anchyloſiren), an welchem sich Andeutungen finden, daß es während seines Wachsthumes von hinten nach vorn zusammengedrückt wurde, so, daß es sich nur nach der Seite zu ausdehnen konnte. Die Wirbel, welche nach hinten auf diesen Knochen folgen, bilden das, was man das Schwanzbein, Os coccygis, oder besser die Schwanzwirbel, Vertebrae coccygeae, nennt, welche, wenn sie in gehöriger Anzahl vorhanden sind, einen Schwanz bilden, wo sie alsdann den Namen Vertebrae caudales bekommen. Die drei Beckenknochen sind das Darmbein, Ileum, das Sitzbein, Ischium, und das Schambein, Os pubis. Alle drei vereinigen sich, um eine große

*) Dieser Knochen findet sich im Skelete des Schweines nicht; jedoch sieht man seine Form und seine Verbindung mit dem Brustbein und dem Schulterblatte an dem menschlichen Skelet in Fig. 129., wo S das Brustbein, X der Schwerdtfortsatz, C das Schlüsselbein, B das Schulterblatt, A die Schulterhöhe, Acromion, K den Rabenschnabelfortsatz, und G die Gelenkshöhle, Cavitas glenoidalis, für die Articulation des Oberarmbeines, Humerus, darstellt.

kelchförmige Höhle zu bilden, die das Schlüsselchen, Acetabulum, genannt wird, und dazu bestimmt ist, den runden Kopf des Oberschenkels aufzunehmen (F), welcher das größte Gelenk am ganzen Körper bildet.

Sowohl an der vordern als auch an der hintern Extremität wird die erste Abtheilung eines jeden Gliedes nur durch einen Knochen gebildet. An der vordern Extremität heißt dieser Knochen Oberarmbein, Humerus (H), an der hintern aber Oberschenkelbein, Femur (F). Die nächste Abtheilung besteht aus zwei Knochen, welche parallel neben einander liegen; vorn heißen sie Ellenbogenbein, Ulna (U) und Speiche, Radius (R); hinten aber Schienbein, Tibia (T) und Wadenbein, Fibula (f). Auf diese folgt eine Anzahl kleiner, abgerundeter oder würfelförmiger Knochen, welche in eine Gruppe versammelt und mit straffen Gelenken untereinander verbunden sind; sie heißen an der vordern Extremität die Handwurzel (Vorderfußwurzel), Carpus (W), und Fußwurzel (Sprunggelenk), Tarsus (T) an der hintern Extremität. Hierauf kommt eine Reihe von cylindrischen nebeneinander liegenden Knochen, welche vorn die Mittelhandknochen, Metacarpus (m) und hinten Mittelfußknochen, (M) Metatarsus, heißen. In den höher entwickelten Bildungen kommen von diesen bei jedem Gliede fünf vor; sie liegen gewöhnlich parallel neben einander, sind aber von einer gemeinsamen Hülle umgeben. Die Zehen, Phalanges (Z), sind cylindrische Knochen, welche in einer Linie als Fortsetzung von den vorigen liegen, es gibt an jeder Zehe gewöhnlich drei. Die letzte Phalanx, welche Nagelbein (Hufbein, Klauenbein) heißt, endet gewöhnlich entweder mit einem Nagel, einer Klaue oder einem Huf. An dem äußern Theile der Winkel, welche durch die Gelenke gebildet werden, findet man häufig kleine Knochen, welche mit dem Skelet in keiner unmittelbaren Verbindung stehen, und nur dazu dienen, den Sehnen der Muskeln, welche diese Gelenke ausstrecken, eine vortheilhaftere Stellung zu geben. Die Kniescheibe, Patella (P), ist der größte dieser Knochen und findet sich ziemlich constant vor. Kleinere Knochen dieser Art trifft man an den Gelenken der Finger an, und nennt sie dann Sesambeine.

Wenn man diese Abtheilungen der Glieder bei den Quadrupeden mit denen vergleicht, welche bei den Insecten vorkommen, so können wir nicht umhin zu bemerken, daß eine scharf ausgesprochene Analogie zwischen beiden herrscht, und daß Naturforscher, welche den letzteren dieselben Namen verliehen, wie den ersteren, nicht blos von ihrer Phantasie geleitet wurden. Dieß ist übrigens nicht die einzige Analogie, welche man zwischen den Gliederthieren und Wirbelthieren auffinden kann, obgleich sie in allen ihren äußeren Bildungen außerordentlich starke Contraste darbieten. In den Ringen, welche das Skelet der Insekten bilden, und die hauptsächlichsten Nervenstränge in sich einschließen, hat man eine Analogie mit den Knochenringen gefunden, welche die primitive Form der Wirbel darstellen, und das Rückenmark einschließen, obgleich freilich in dem ersten Fall in jenen Ringen noch andere Eingeweide vorhanden sind, die in den letzteren gar nicht vorkommen. Auch darin stimmen sie mit einander überein, daß der Kopf unterschieden von dem Rumpfe an dem einen Ende des Körpers vorhanden ist und die hauptsächlichsten Sinnesorgane enthält. Eben so wurden in der ins Feinere gehenden Anatomie dieser Theile manche Analogien aufgefunden, welche wir hier wegen Mangels an Raum nicht im Detail angeben können.

Offenbar nähert sich das im Innern des Körpers befindliche Skelet der Wirbelthiere den inneren Schalen mancher zu den Cephalopoden gehöriger Mollusken, wo man einen festen Centralkörper findet, der bei einigen Gattungen knorpelig, bei anderen kalkartig ist. Beim Calmar, Loligo, ist dieser lang und schmal läuft am Ende gleich der Klinge eines Schwerdtes spitz zu, und hat, wie wir noch später bemerken werden, einige Aehnlichkeit mit der knorplichen Wirbelsäule des Blindfisches, Gastrobranchus coecus, (Myxine glutinosa Lin.) welche kein Rückenmark in sich einschließt, sondern für dasselbe nur eine Rinne bildet, auf welcher es liegen kann.

Alle diese mannigfachen Beispiele sind, wenn man sie gegeneinander hält und unter einem umfassenderen Gesichtspunkte betrachtet, hinreichend, zu beweisen, daß unter allen Klassen der erschaffenen Wesen sehr bemerkbare Verbindungsglieder sich vor-

finden, die selbst zwischen denen bemerkbar sind, welche sich offenbar sehr ferne stehen. Dem scharfsichtigen Auge des philosophischen Naturforschers wird dadurch klar, daß alle Gattungen der belebten Wesen Glieder einer Familie sind, daß sie ihr Entstehen einem mit Vorsehung begabten Vater verdanken, welcher durch ein tief durchdachtes System seine Plane zur Reife gebracht hat, und alle seine Gaben mit der heilbringendsten Rücksicht auf die allgemeine Wohlfahrt seiner Geschöpfe austheilt.

VII. Capitel.

Fische.

Wenn man die Reihen der Thiere überblickt, aus welchen jede größere Abtheilung dieses Naturreiches besteht, so findet man überall das Gesetz ausgesprochen, daß die einfachsten Bildungen, und diejenigen Thiere, welche die einfachste Art der Ortsbewegung haben, zu den im Wasser lebenden Familien gehören. Unter den Wirbelthieren nehmen die Fische die niederste Stufe ein, und eine Thierklasse bildend, die eine ungeheure Anzahl von Gattungen umfaßt, welche alle Bewohner des Wassers sind und bei der endlosen Mannigfaltigkeit an Formen, die sie darbieten, für den Physiologen ein weites Feld der interessantesten Naturforschungen eröffnen. Wenn wir diese Thierklasse auch nur in einer cursorischen Uebersicht betrachten, so müssen wir die herrliche Einrichtung nothwendig bewundern, vermöge welcher alle diese Thiere sowohl in Absicht auf ihre Form als auf ihre Structur den Eigenthümlichkeiten des Elementes, in dem sie ihrer Bestimmung nach zu wohnen haben, angemessen eingerichtet sind. Damit der Fisch mit den geringsten Hindernissen durch die Flüssigkeit gleiten möge, wurden alle seine zum Leben nöthigen Organe in

einen möglichst kleinen Raum zusammendrängt, und sein Körper erhielt die Gestalt eines compacten Ovales, das auf den Seiten zusammengedrückt ist und sowohl nach vorn als nach hinten in ein dünnes und schmales Ende ausläuft, eine Einrichtung, welche dazu dient, daß der Fisch beim Vorwärtsschwimmen das Wasser leicht durchschneiden kann, und zugleich dem Wasser, das hinter ihm wieder zusammenfließt, kein Hinderniß entgegen setzt. Um so viel als möglich die Reibung zu vermeiden, wurde die Oberfläche seines Körpers schlüpfrig gemacht und die Haut desselben mit einer öligen Flüssigkeit imprägnirt, welche den Fisch nicht nur vor beleidigenden Eindrücken bewahrt, sondern zugleich verhindert, daß das Wasser in ihn eindringen könne.

Der Körper der Fische hat nahezu dieselbe specifische Schwere, als das Wasser, das sie bewohnen; daher ist die Wirkung der Schwerkraft durch die tragende Kraft des Wassers beinahe ganz aufgewogen, denn das Gewicht einer Wassermasse, welche dem Körper eines Thieres gleich ist, gibt uns einen Maßstab von der Schwimmkraft des letzteren, wenn wir sein absolutes Gewicht mit dem des Wassers vergleichen. Wäre daher das Gewicht des Wassers ganz gleich mit dem des Fisches, so könnte das Thier an jeder Stelle der Flüssigkeit stehen bleiben, ohne nöthig zu haben, die geringste willkürliche Bewegung auszuführen. Da aber der Körper der Fische im Allgemeinen und namentlich im süßen Wasser schwerer ist, als das umgebende Medium, so ist es für das Thier nothwendig, seinem Körper einen gewissen Grad von Bewegung zu geben, um zu verhindern, daß er untersinke.

Bei den auf dem Lande lebenden Quadrupeden haben die Glieder einen doppelten Zweck, nämlich erstens, den Körper zu tragen, und alsdann für die Fortbewegung desselben zu sorgen; da jedoch beinahe das ganze Gewicht der Fische durch das sie umgebende Element getragen wird, so können ihre Bewegungsorgane ausschließlich zur Fortbewegung verwandt werden; und der mächtige hydrostratische Druck, welchen das Wasser auf alle Seiten ihres Körpers ausübt, macht jenen Grad von Starrheit und Cohäsion der Körpergebilde, wie wir ihn als eine für die Sicherheit und den Schutz der Landthiere wesentliche Bedingung erkennen,

nicht nöthig. Daher finden wir, daß in einer großen Abtheilung der Fische das Skelet blos aus Knorpelmasse besteht, und in allen weit weniger den Charakter der Knochen an sich hat, als in den höheren Thierklassen. Selbst bei den Knochenfischen hat das Knochengerüste des Skeletes nicht dieselbe Compactheit, welche das der Säugethiere oder Reptilien besitzt; die einzelnen Stücke, aus denen es besteht, sind auch weniger fest mit einander verbunden, und viele derselben bleiben durchaus in Absicht auf Verknöcherung für immer unvollendet, indem ihre Elementarstücke von einander getrennt bleiben, als ob sie in dem gewöhnlichen Erhärtungsproceß auf einer früheren Lebensperiode stehen geblieben wären. Das Knochengewebe der Knorpelfische entspricht gleichfalls den Bildungen einer früheren Entwicklungsstufe; denn es besteht blos aus Körnchen von phosphorsaurem Kalk, welche in abgerissenen Massen durch die knorpelartige Substanz hindurch zerstreut sind, oder gröberen Fasern ähneln, welche in dünnen Schichten durch den halbdurchsichtigen Knochen hindurchgehen. Wenn man die Quantität des thierischen Leimes, welcher in denselben enthalten ist, mit der Menge der erdigen Theile vergleicht, so findet man, daß die Knochen der Fische verhältnißmäßig wenig von letzterer enthalten; *) ein Umstand, aus dem die Durchsichtigkeit der Masse und die Leichtigkeit, mit welcher die in ihr enthaltenen knöchernen Fasern unterschieden werden können, leicht zu erklären ist. Ein anderer Umstand, welcher aus diesem Mangel an Dichtheit in den Fischknochen hervorgeht, ist der, daß ihre Gelenke weniger regelmäßig und vollkommen sind, als die der Landthiere; es versteht sich aber von selbst, daß, wo die Theile selbst weich und biegsam sind, keine Gelenke erfordert werden.

Bei den Knochenfischen ist die Knochenbildung vollendeter und sie erlangen einen Grad von Härte, der dem der höheren

*) Die Hechtsknochen enthalten: Thiersubstanz 37,36; kohlensauren Kalk 6,16; phosphorsauren Kalk 55,26; andere Salze 1,22. Siehe Duméril, N. Tr. 4, 1, 273. Das Verhältniß des kohlensauren Kalks zum phosphorsauren ist in den Fischknochen = 53 : 919. *Barros.* Der Knorpel des Squalus maximus schwillt in kochendem Wasser auf, die Auflösung liefert aber keine Gallerte. *Chevreuil* hält diesen Knorpel für eine besondere, vom Thierleim verschiedene, dem Thierschleim ähnliche Materie. S. Gilb. 41, 195. Anm. d. Uebers.

Thierklassen ähnlich ist. Jedoch ist diese Entwicklung nicht bei allen Knochen gleich. In dem Kopfe des Hechtes z. B. erlangen einige Knochen eine bedeutende Härte, während andere gänzlich und für die ganze Lebenszeit des Thieres in einem knorpelichen Zustande verbleiben. Jedoch erreichen die Knochen der Fische, wenn sie auch noch so sehr in der Verknöcherung fortschreiten, niemals den Grad von Ausbildung, daß sich in ihrem Innern Höhlen bilden, es gibt also in ihnen keinen Raum für das Mark, und ebensowenig findet sich in ihrem Innern jene zelligte oder durchbrochene Bildung, wie wir sie bei den vollkommneren Knochen gefunden haben. *) Die allgemeine Einrichtung des Knochengerüstes, welches das Skelet der Fische ausmacht, sieht man in Fig. 130. abgebildet, wo das des Karpfen, Cyprinus Carpio, abgebildet ist. Das Muskelfleisch der Fische ist ebenfalls weicher, als das der höheren Thierklassen, und das Zellgewebe derselben dünner und gallertartiger, so daß die Membranen, welche durch dasselbe gebildet werden, eine lockerere und weichrere Textur besitzen.

Die Fortbewegung der Fische wird durch die einfachsten Mittel bewerkstelligt, indem das Hauptinstrument, das zur Ausführung derselben verwandt wird, der Schwanz ist; denn die Floßen sind, wie wir später sehen werden, nur Hülfsorgane, welche hauptsächlich dazu dienen, den Körper, welcher durch die Bewegung des Schwanzes vorwärtsgetrieben wird, im gehörigen Gleichgewicht zu erhalten. Ein Fisch bewegt sich im Wasser nach denselben Principien, wie ein Boot, das durch die Ruder fortbewegt wird; denn die Wirkung des Schwanzes auf das Wasser ist gerade wie die eines Ruders, seitwärts, und einem solchen ist er auch durch seine senkrechte Stellung ähnlich. Die Schläge dieses Organes wirken aber durch den Widerstand des Wassers gegen den Körper, von welchem sie ausgehen. Nehmen wir zum Exempel an, daß der Schwanz, wir wir ihn in Fig. 131. sehen, etwas nach rechts gebogen ist. Wenn in dieser Lage die Muskeln der linken Seite plötzlich in Thätigkeit gesetzt werden,

*) Siehe Cuvier sur les Poissons. Tom. I. p. 218.

um den Schweif mit dem Körper in eine gerade Linie zu bringen, so wirkt der Widerstand des Wassers gegen die breite Oberfläche des Schwanzes in der Richtung von PR, einer Linie, welche perpendiculär auf dieser Oberfläche steht, und daher die Muskelthätigkeit veranlaßt, den Körper in ihrer Richtung fortzubewegen, so daß der Schwerpunkt C sich in der Richtung CB vorwärtsbewegt, welche mit PR parallel ist. Durch eine weitere Biegung des Schwanzes nach der linken Seite wird aber der angegebene Stoß nicht verändert, weil die Hauptkraft der Muskeln schon die Richtung PR dadurch angegeben hat, daß der Schwanz dadurch in eine gerade Linie mit dem Körper kam; und die Kraft hingegen, welche den Schwanz gegen L bringt, viel schwächer ist und daher nur eine geringe Gegenwirkung hervorruft. Wenn der Schwanz bei L angekommen ist, eine Stellung, welche durch den punktirten Contour angedeutet wird, so wird eine ähnliche Muskelthätigkeit gegen die rechte Seite hin einen Widerstand des Wassers und einen Impuls in der Richtung von KL hervorbringen und den Körper in der parallelen Linie CA vorwärts treiben. Wenn nun aber diese Bewegungen des Schwanzes schnell auf einander folgen, so bewegt sich der Fisch gerade vorwärts in der diagonalen Richtung von CD, welche die Mitte zwischen den beiden vorhergenannten Richtungen hält. Wenn die Fische den ganzen Körper cirkelförmig biegen und ihn dann plötzlich zu einer geraden Linie ausstrecken, so können sie dadurch, bei dem Hinaufschwimmen in einem Strom, auf den Gipfel eines hohen Wasserfalles springen.

Wir finden, daß jeder Theil des Mechanismus, nach welchem sich die Fische bewegen, sich nach dem so eben angegebenen Fortbewegungsplane in der Ausführung desselben richtet. Für die Bewegungen des Schwanzes ist durch die größte Muskelstärke gesorgt, und die stärksten Muskel am ganzen Thiere sind diejenigen, welche die so eben beschriebenen Seitenbewegungen desselben ausführen. Um diesen Seitenbewegungen kein Hinderniß in den Weg zu legen, haben daher auch die wichtigsten Eingeweide ihre Lage am vordern Theile des Körpers und sind gegen den Kopf hin gedrängt. Daher ist kein Raum für einen

Hals vorhanden, und den Unterleib kann man als zusammenhängend mit dem Kopfe betrachten, ohne daß ein Brustkorb sich dazwischen befände; die Respirationsorgane haben aber ihre Lage mehr unter als hinter dem Kopfe. Dieß alles geschah jedoch in der Absicht, um für die Ausbreitung und Entwicklung der Schwanzwirbel und ihrer Muskeln, welche mehr als die Hälfte des Thieres einnehmen, einen hinreichend großen Raum zu gewinnen.

Nachdem wir gesehen haben, wie alle Hindernisse der freien Bewegung des Schwanzes mit der größten Sorgfalt entfernt worden sind, wollen wir nun die Art und Weise untersuchen, wodurch diesem Organe die ihm nothwendige Beweglichkeit verliehen wird. Die erste Eigenthümlichkeit, welcher wir bei der Bildung des Rückgrathes der Fische begegnen, ist die Art, auf welche die Wirbel mit einander verbunden sind. Die Körper eines jeden Wirbels sind, wie wir in Fig. 132. sehen, sowohl nach vorn, als auch nach hinten ausgehöhlt (wenn man sich nämlich die Wirbelsäule in horizontaler Richtung ausgedehnt denkt), so daß dadurch kelchförmige Höhlungen gebildet werden. Wenn nun die concaven Flächen zweier an einander liegender Wirbel zusammenstoßen, so wird durch die Vereinigung der Ränder dieser beiden kegelförmigen Vertiefungen eine Höhle gebildet, die das Ansehen eines doppelten Kegels hat. Man sieht ganz deutlich, daß diese Höhlen offen bleiben in Fig. 133, welche einen senkrechten Durchschnitt dreier aneinander liegender Wirbel eines Stockfisches darstellt. Die Ränder, welche mit einander in Berührung stehen, sind ringsum durch ein elastisches Band mit einander verbunden, welches leicht nachgibt, wenn durch irgend eine Gewalt ein Wirbel zur Seite der Wirbelsäule gebogen wird und wenn die Kraft aufgehört hat zu wirken, wieder in seinen vorigen Zustand zurückkehrt. In einem jeden einzelnen Wirbel ist die Beweglichkeit gering; wenn diese geringe Beweglichkeit sich aber auf die ganze Reihe derselben ausdehnt, so ist die Wirkung davon beträchtlich. Die Höhle selbst ist mit einer gallertartigen, aber nicht zusammendrückbaren Flüssigkeit ausgefüllt, welche für alle Bewegungen des Gelenkes als eine Angel dient.

Dieſe eigenthümliche Art der Articulation ſcheint dem erſten Anblicke nach dazu eingerichtet zu ſeyn, Bewegungen nach jeder Richtung hin möglich zu machen. Jedoch ſind durch die Größe der Dornfortſätze (S S in der vorhingenannten Abbildung), welche bei den Fiſchen oft eine außerordentliche Länge haben, dieſe Bewegungen in der Art beſchränkt, daß alle Biegungen nach oben und nach unten unmöglich gemacht und nur die zur Seite geſtattet werden. Gerade dieſe Art der Bewegung iſt aber auch für den Fiſch am nöthigſten, weil er das Waſſer mit der breiten verticalen Oberfläche ſeines Schwanzes zur Seite ſchlagen muß. Fortſätze, die eine ganz ähnliche Form und Bildung haben und jede Bewegung nach unten unmöglich machen, trifft man gewöhnlich (F F) auch an der untern Fläche der Wirbelſäule an, und beſonders an dem hinteren Theile derſelben. Dieß ſind die unteren (inneren) Dornfortſätze, welche gleich den oberen auch einen Bogen bilden, durch welchen die Fortſetzung der Aorta oder der großen Schlagader geht, welche von dem Rücken gegen den Schwanz verläuft. Die Zahl der Wirbel iſt bei verſchiedenen Fiſchen ſehr verſchieden und bei einigen von außerordentlicher Menge, wie beim Haifiſch, der mehr als zweihundert hat.

Es gibt wenige Theile in der thieriſchen Oekonomie, welche ſo bemerkenswerthe Beiſpiele des Geſetzes der ſtufenweiſen Entwicklung darbieten, als der Rückgrath der Fiſche, in welchem wir von den einfachſten und rudimentartigſten Bildungen, welche bei Myxine und Petromyzon (der Lamprete) vorkommen, einen regelmäßigen Entwicklungsgang finden, bis wir zu den vollkommenſten Gebilden bei den Knochenfiſchen gelangen. In der Einrichtung der erſteren finden wir eine ſchlagende Analogie mit den Mollusken und Ringthieren. So iſt namentlich die Aehnlichkeit der Wirbelſäule der Myxine mit dem ringartigen Baue der Würmer ſo groß, daß bei den Naturforſchern oft die Frage aufgeworfen wurde, ob man dieſes Thier nicht beſſer unter die letzteren zu zählen habe. Die Gründe, aus welchen man daſſelbe zu den Wirbelthieren nehmen kann, ſind freilich ſchwach und geben keinen großen Ausſchlag; denn anſtatt

einer Knochenreihe, welche eine Wirbelsäule bildet, hat dieses Thier nur eine weiche und beugsame Röhre, welche aus einer homogenen knorpelartigen Masse besteht und kaum eine Spur einer Theilung in abgeschiedene Ringe blicken läßt, sondern gerade das Ansehen hat, als wäre sie ein zusammenhängender hohler Cylinder von Intervertebralsubstanz (die halbknorpelartige Substanz, welche zwischen je zwei Wirbeln liegt), welche den Platz der Wirbel eingenommen hat. (Der wesentliche Nutzen dieser Substanz ist sonst der, die Wirbel zu verbinden und in ihrer Mitte einen ununterbrochenen Kanal zu bilden, der mit einer gallertartigen Flüssigkeit angefüllt ist.) Dieß ist aber bei dem in Frage stehenden Thiere nicht ein Kanal, der die Bestimmung hat, das Rückenmark zu umschließen, denn dieser Nervenstrang liegt außerhalb desselben. Zugleich hat dieser Knorpel durchaus keine Fortsätze, und ebensowenig Bögen, welche sich um das Rückenmark herum biegen, so daß er keine Höhle zum Schutze desselben bildet. Der Nervenstrang besteht blos aus zwei dünnen Fäden, welche an dem oberen Theile der rudimentartigen Wirbelsäule hin parallel neben einander in einer Grube verlaufen, und nur mit einer dünnen Membran bedeckt sind, deren Auffindung die allergenaueste Aufmerksamkeit erfordert. Der theilweise Schutz, welcher auf diese Art einem so wichtigen Organe verliehen wird, ist daher wahrlich nicht größer als der, den die knorpelartige Platte des Calmars gewährt, welche in Absicht auf Gestalt, Textur und Lage der Wirbelsäule der Myxiné sehr analog ist.

Wenn wir von dieser rudimentartigen Form der Wirbelsäule aufsteigen, so finden wir schon in der Lamprete Theile, welche genauer in runde Stücke abgetheilt sind und das Ansehen von kleinen, aneinander angefaßten, Kügelchen haben. Diese rudimentartigen Wirbelkörper haben jedoch an ihren beiden Enden keine becherförmig vertiefte Höhlungen, sondern zeigen die Gestalt von Ringen, indem sie in ihrem Mittelpunkt durchbohrt sind und durch die ganze Wirbelsäule hindurch einen zusammenhängenden Kanal bilden.

Gehen wir nun zu Gebilden über, welche auf einer höheren

Entwickelungsstufe stehen, so finden wir bei dem Stör und anderen Knorpelfischen, daß durch die Ablagerung von Knochenmaterie in Form von kleinen Körnchen eine größere Verdichtung der Substanz hervorgebracht wird; der in der Mitte befindliche Kanal wird in rautenförmige Höhlen abgetheilt, welche dadurch entstehen, daß die Seiten des Körpers eines jeden Wirbels sich gegeneinander neigen. *) Häufig begegnen sich die Seiten nicht vollkommen, und die Knochenplatten, welche sich von der obern Fläche eines jeden Wirbels aus entwickeln, bilden nun über dem Strange des Rückenmarkes Bögen, welche nach oben durch Dornfortsätze vereint und geschlossen werden. Das ganze Skelet dieser Fische aber bleibt auf der ersten Ossificationsstufe stehen, indem es mehr oder weniger knorpelartig ist; und, wenn auch ein Verknöcherungspunkt entsteht, so bildet er sich nicht so weit in seiner Länge und Breite aus, daß eine Verknöcherung der Stücke möglich wäre, welche zwischen den getrennten Ossificationspunkten liegen. Wo sie sich begegnen, vereinigen sie sich nicht und bilden auch keine Näthe, sondern legen sich über einander her. Auf diese Art sind die knöchernen Gebilde von einander losgetrennt und häufig ganz isolirt, und geben dadurch dem Physiologen die Gelegenheit, diesen interessanten Proceß in seinen früheren Stadien zu studiren, und mit Genauigkeit die Anzahl der Elemente eines jeden Knochen und die beziehungsweise Lage ihrer Ossificationspunkte kennen zu lernen. Die Kenntniß dieses Gegenstandes ist in Beziehung auf die Bildung und Vereinigungsweise der Schädelknochen, welche sehr zahlreich und entwickelt sind, von der größten Wichtigkeit; und Geoffroy St. Hilaire, so wie andere vergleichende Anatomen des Continentes, haben mit außerordentlicher Sorgfalt diesen Gegenstand verfolgt.

*) Es bleibt immer eine kleine Oeffnung übrig, welche die ganze Länge der Wirbelsäule hindurch, zwischen den einzelnen Höhlen, einen Communicationskanal bildet. Man glaubt, daß diese Einrichtung dazu diene, den Druck der Flüssigkeit, welche in den einzelnen Zellen enthalten ist, während der Bewegung des Thieres zu vermeiden.

Besonders durch die Untersuchung dieser Thiere erhalten wir die klarste Einsicht in das Princip, nach welchem die Schädelknochen als Wirbel betrachtet werden, welche denen der Rückenwirbelsäule analog sind. Das Hinterhauptbein ist in allen seinen wesentlichen Elementen einem Wirbel außerordentlich ähnlich. Bei manchen Fischen ist der Körper dieses Knochen außerordentlich verlängert, so daß er den hinteren Theil der Schädelbasis bildet. Wir finden an seiner hinteren Oberfläche ganz dieselbe kelchförmige Vertiefung, wie sie bei den wahren Wirbeln vorkommt, und er ist auf dieselbe Weise mit dem nächsten Wirbel verbunden, als die Rückenwirbel untereinander verbunden sind. Seine Gräte hat ganz die Gestalt eines Dornfortsatzes. Nach vorne zu steht das (durch die Verlängerung des Körpers des Hinterhauptbeines gebildete) Grundbein mit dem Keilbein in Verbindung, welches mit der gewölbten Decke, welche von den Seiten dieser beiden Knochen entspringt, gleich den Bögen und Dornfortsätzen der Wirbel eine große Höhle (die Schädelhöhle) bildet. Diese Höhle liegt mit dem Kanal der Wirbelsäule in einer geraden Linie, und enthält die aus Nervenmark bestehenden Knoten, welche das Gehirn bilden. Das Gehirn aber füllt seine Höhle nicht vollkommen aus, sondern läßt noch einen Raum übrig, welchen eine gallertartige Substanz ausfüllt. Auf ähnliche Weise hat man versucht, die Aehnlichkeit der übrigen Schädelknochen mit den Wirbeln nachzuweisen; je mehr wir uns jedoch von der Wirbelsäule in diesen Betrachtungen entfernen, desto geringer wird diese Aehnlichkeit, was von den verschiedenen Entwicklungsgraden herrührt, welche diese einzelnen Elemente durchgehen, indem sie zu verschiedenen Zwecken verwandt werden, wie z. B. die Sinnorgane zu beherbergen, das Futter hinabzuschlingen und den Respirationsorganen (Kiemen) zur Unterstützung zu dienen. Ohne jedoch die Gränzen zu überschreiten, die ich bei Bearbeitung dieses Gegenstandes mir gezogen habe, ist es mir unmöglich, mich in die Einzelnheiten des Bildungsganges dieser Theile einzulassen, deren Betrachtung das Gesagte erst in das rechte Licht setzen kann.

Das Uebrige des Fischskeletes ist außerordentlich einfach.

Einige, wie die Rochen und der Stachelbauch, Tetrodon, haben keine Rippen. Sind dieſe Knochen vorhanden, ſo articuliren ſie mit den Querfortſätzen der Wirbel, von denen ſie bloße Fortſetzungen oder Anhängſel zu ſeyn ſcheinen. Im Allgemeinen iſt kein Bruſtbein vorhanden, an welches ſie ſich nach unten feſtſetzen könnten; nur bei wenigen Fiſchen, wie beim Häring und bei Zeus Faber finden wir Rudimente dieſes Knochens, welche aus wenigen Stücken beſtehen, die an dem unteren Theile des Rumpfes in einer geraden Linie liegen. *)

Diejenigen Theile des Fiſchſkelettes, welche den Vorder- und Hinterfüßen der Quadrupeden entſprechen, ſind die Bruſt- und Bauchfloßen (P und V Fig. 130.). Die erſteren findet man mit wenigen Ausnahmen bei allen Fiſchen, und ſie beſtehen aus einer Reihe knöcherner Stücke, in welchen wir oft, wenigſtens mit erträglicher Beſtimmtheit die Knochen wieder erkennen können, die denen der Vorderfüße der Quadrupeden analog ſind: wie das Schulterblatt, das Schlüſſelbein, das Oberarmbein, das Ellenbogenbein und die Speiche. **) Dieſe beiden letzteren Knochen ſind bei dem Froſchfiſch, Lophius Piscatorius, ſehr deutlich ausgeſprochen, wie man in Fig. 134. ſehen kann, wo B das Schulter-

*) Die knöchernen Bögen, welche die Kiemen der Fiſche unterſtützen, wurden als Knochen betrachtet, welche den Rippen der Säugethiere entſprechen, und wenn man von dieſem Geſichtspunkte ausgeht, ſo gewinnt man eine weitere Beſtätigung der Analogie der Schädelknochen mit den Wirbeln.

**) Diejenigen Anatomen, welche alles daran ſetzen, um die Theorie der Analogien zu verfolgen, nehmen an, daß alle dieſe Knochen blos Entwicklungen gewiſſer Rippen ſind, welche von der Wirbelſäule nach den vordern Theilen ſich hin erſtrecken. Ein ähnlicher Urſprung wurde den Knochentheilen, an welche die Bauchfloßen befeſtigt ſind, angewieſen; allein es iſt ſchwer, dieſe Theorie mit der Thatſache in Einklang zu bringen, daß dieſe Knochen nicht von der Wirbelſäule ausgehen und von dem übrigen Skelete ganz getrennt ſind. Uebrigens iſt klar, daß, wenn man ſie als Theile betrachten will, welche den Knochen der hintern Extremitäten der Säugethiere analog ſind, man annehmen muß, daß ſie ſich in einem Zuſtand unvollkommener Entwicklung befinden.

blatt ist, C das Schlüsselbein, U der Ellenbogen und R die Speiche. Die Handwurzel, Carpus, läßt sich ebenfalls in einer Reihe kleiner Knochen erkennen, W, welche zwischen der Speiche R, und den Fingergliedern Z liegen. Beim Rochen sind diese Fingerglieder sehr zahlreich und mittelst regelmäßiger Articulationen unter einander verbunden, wie man in Fig. 135 sieht; sie liegen enge nebeneinander, in einer Ebene, und bilden eine Unterlage für die Bedeckungen, von denen sie eingeschlossen werden. Das Schulterblatt ist nach Cuvier zuweilen von dem übrigen Skelete getrennt, zuweilen aber mit der Wirbelsäule verbunden; allein in den meisten Fällen hängt es am Schädel; eine Thatsache, welche man als eine weitere Bestätigung der Analogie der Schädelknochen mit den Wirbeln ansehen kann.

Bei den Gattungen der Rochen und Haifische werden die vorderen sowohl als die hinteren Extremitäten von knöchernen Bogen getragen, welche eine Art von Gehenge oder einen Gürtel bilden. Fig. 136. stellt dieses Organ vom Rochen dar.

Untersucht man denjenigen Theil des Fischskeletes, welcher der hinteren Extremität entspricht, so findet man, daß der Oberschenkel und der Unterschenkel durchaus mangelt. Die Zehenknochen sind aber an eine Reihe kleiner Knochen befestigt, welche die Function eines Theiles des Beckens zu haben scheinen; da dieselben aber nicht mit der Wirbelsäule in Verbindung stehen, so haben sie keine bestimmte Lage, und kommen bei den verschiedenen Fischgattungen in verschiedenen Entfernungen von dem Kopfe vor. Sie scheinen von den Einschränkungen ausgenommen zu seyn, denen sie dann unterworfen wären, wenn sie an ein Heiligenbein oder an irgend einen besondern Theil der Wirbelsäule befestigt wären; daher finden wir sie oft ziemlich weit vorwärts angebracht und sogar in einigen Fällen, wie bei den Kehlflossern (Jugulares) vor den Brustflossen, welche die wahren Arme des Thieres sind. In einer ganzen Ordnung der Fische aber, der Ordnung der Kahlbäuche, Apodes, findet sich auch nicht eine Spur von Bauchflossen, ebensowenig als Beckenknochen, welche dazu bestimmt sind, denselben zur Unterstützung zu dienen. Dieß ist der Fall beim Aal, Muræna, dem

Zitteral, Gymnotus, ꝛc. Bei wenigen Gattungen fehlen sowohl Brust- als auch Bauchfloßen.

Die Rückenfloßen werden durch eine Reihe schmaler Knochen (D Fig. 130), welche mit mit den Dornfortsätzen der Wirbel in Verbindung stehen und durch besondere Ossificationspunkte gebildet werden, unterstützt, Diese Gräten, wie man sie nennt, erreichen oft eine so bedeutende Länge, daß es zu Vermeidung der Gefahr des Zerbrechens nöthig wurde, dieselben in mehrere Stücke abzutheilen und ihnen einen beträchtlichen Grad von Biegsamkeit zu verleihen; denn sonst würde ein so langes Knochenstück leicht Schaden leiden. Diese Gräten haben an dem ersten Ursprung ihrer Theile zerästelte Formen, und, wenn die Floße mehr Stärke bedarf, so wird es nöthig, daß die Unterstützungspunkte vermehrt werden, und es entwickeln sich Zwischenknochen, welche der Floße zur Basis dienen. Meistens stehen sie mit den Enden der Dornfortsätze nicht in Verbindung, was ihre gewöhnliche Lage ist, und befinden sich zwischen denselben, wo sie alsdann den Namen von Zwischendornbeinen (interspinous bones; os inter-epineux) erhalten; *) und wenn eine größere Länge des knöchernen Unterstützungsmittels erforderlich ist, so werden neue Verknöcherungspunkte an ihren Enden entwickelt, aus welchen weitere Knochenstücke entstehen, die an ihren Enden verbunden sind und die Zwischenbeine nebst der Gräte auf diese Weise verlängern, so daß die letztere oft eine beträchtliche Größe erreicht. Diese Bildung sieht man am deutlichsten in den schmalen Rückenfloßen der Makrele. Die Steißfloßen, welcher in vertikaler Richtung an der untern Seite des Körpers und nicht weit entfernt von dem Schwanze liegen, werden auf gleiche Weise durch Gräten unterstützt, welche dieselbe parallele oder fächer-

*) Cuvier ist über die Entstehung der Rückenfloße anderer Ansicht, er glaubt nämlich, daß die Gräten derselben nicht in directe Verbindung mit den Dornfortsätzen zu bringen seyen, indem die Anzahl derselben niemals mit der der Dornfortsätze in geradem Verhältniß steht. Zudem sind sie meistens in größerer Menge vorhanden und haben in ihrer Anordnung nicht die Regelmäßigkeit, die sie haben müßten, wenn ihre Bildung von den Dornfortsätzen abhängig wäre, und sind keine einfachen Knochen, sondern lassen sich, selbst wenn sie ganz spitzig sind, der Länge nach theilen. Siehe Leçons d'Anatomie Comparée par G. Cuvier etc. Paris 1835, Tom. I. p. 225, 226. Anm. d. Ueberf.

förmige Anordnung haben, wie die vorhergehenden. Die Schwanzfloße, oder die Endausbreitung des Schwanzes, hat ebenfalls eine ähnliche Bildung.

Die Muskeln machen bei den Fischen einen großen Theil ihrer Körpermasse aus; jedoch ist ihre Anordnung weniger complicirt, als bei Thieren höherer Klassen. Diejenigen, welche unmittelbar unter den allgemeinen Bedeckungen erscheinen, sieht man in Fig. 137, wo M, M die großen Seitenmuskeln sind, welche die Beugung des Körpers und Schweifes hervorbringen; D ist die Rückenfloße, welche durch den Muskel d erhoben wird; P ist die Brustfloße, die der Muskel p ausbreitet; V die Bauchfloße, welche durch die bei v liegenden Muskeln bewegt wird; A die Steißfloße, welche ebenfalls die an seiner Basis liegenden Muskeln a bewegen; und C ist die Schwanzfloße, deren Bewegungsmuskeln man bei c sieht; O ist der Kiemendeckel oder das Ohr und N die Nasenhöhle oder das Riechorgan. Die Form des Körpers und die Einrichtung des Skeletes gestattet denselben, sich unmittelbar in der Nähe der Theile, auf welche sie wirken, festzusetzen. Daher sind keine langen Sehnen nothwendig. *)

Die Wirkung dieser Muskeln ist aus der Art ihrer Ansetzung leicht zu erklären. Im Allgemeinen sind die einzelnen Fasern derselben schief gelagert und zwar immer in Beziehung auf die Richtung der Bewegung. Zwei Reihen Muskelfasern sind für die Bewegungen des Schwanzes bestimmt, welche meistens ausschließlich in einer Seitenbiegung bestehen, so daß in gewissem Grade die ganze Wirbelsäule diese Bewegung theilt. Diese Muskeln nehmen den obern und untern Theil des Rumpfes ein, und die Gränze derselben ist durch eine Linie, welche der Länge nach auf jeder Seite des Körpers verläuft, scharf bezeichnet. Die schiefe

*) Zwischen den Fleischlagen kommen übrigens zarte halbdurchsichtige Sehnen vor, welche immer einer Reihe von kurzen Muskelfasern zum Befestigungspunkte dienen, und beinahe unter rechten Winkeln diese Bündel durchkreuzen. Siehe Sir A. Carlisle's Abhandlung über diese Bildungen in den Philosophical Transactions for 1806.

Richtung ihrer Faſern iſt zuweilen bei jedem verſchieden. Der Vortheil, welcher aus dieſer ſchiefen Richtung für die Schnelligkeit der Bewegung entſteht, iſt bereits an einem andern Orte beſprochen worden.

Diejenigen Floßen, welche paarweiſe ſtehen, ſind fähig, vier Bewegungen auszuführen: nämlich ſich zu erheben und zu ſenken, die Gräten auszudehnen und zuſammenzufalten; für jede dieſer Bewegungen haben ſie beſondere Muskeln; und jede Gräte für ſich iſt mit einem beſtimmten Muskelapparat verſehen, der ihrer beſonderen Bewegung vorſteht, ſo daß dieſe kleineren Muskeln mit der größten Pünktlichkeit alle Bewegungen der Floßen ausführen, indem ſie dieſelben gleich einem Fächer ausbreiten und ſchließen, je nachdem ſie ausgeſpannt oder erſchlafft werden ſollen. Dieſes elaſtiſche Federn der Floßen, wie man es nennen kann, iſt bei den meiſten Fiſchen vorhanden und kann beſonders gut an dem Schwanze der Hechtarten beobachtet werden.

Welche Analogie auch zwiſchen der Bildung der Floßen der Fiſche und der Füße der Quadrupeden ſtatt finden mag, ſo findet doch in der Art, auf welche ſie Werkzeuge einer Fortbewegung ſind, keine ſtatt. Das Hauptmittel, wodurch der Fiſch ſich vorwärts bewegt, iſt der Schwanz; die Floßen aber, welche den Extremitäten der Landthiere entſprechen, ſind nur dazu nütz, den Körper zu wenden, aufzuhalten oder nach oben oder unten zu neigen und denſelben in ſeiner Lage zu erhalten. Die einzeln ſtehenden, ungepaarten Floßen, oder diejenigen, welche in einer verticalen Ebene liegen, welche durch die Längenachſe des Körpers geht (die Durchſchnittsfläche), verhindern, daß der Körper des Fiſches, während des raſchen Vorwärtsſchwimmens ſich um ſeine Achſe dreht. Die Floßen hingegen, welche paarweiſe ſtehen (d. h. die Bruſt- und Bauchfloßen), wirken durch ihre abwechſelungsweiſen Streckungen und Beugungen gleich Rudern; und zugleich können ſie ihre Thätigkeit dadurch mehr oder minder wirkſam machen, daß ſie ihre Gräten öffnen oder ſchließen, gleich wie man einen Fächer öffnet und ſchließt. Alle dieſe Hülfswerkzeuge dienen vornehmlich dazu, die Richtung der Fortbewegung zu modificiren und den Impuls, welcher von der Thätigkeit des Schwanzes herrührt,

abzuändern. Zugleich dienen sie auch dazu, die Bewegung sogleich zu vermindern oder gänzlich aufzuhalten, und auf der andern Seite sie zu größerer Schnelligkeit anzutreiben. Bei allem diesem bleibt aber der Schwanz das mächtigste Werkzeug für die Vorwärtsbewegung, indem er ein mächtiges Ruder, ein genaues Steuerruder und eine schreckbare Angriffswaffe ist.

Außer diesen äußern, für die Bewegung bestimmten, Organen sind die meisten Fische auch im Innern ihres Körpers mit Hülfsmitteln versehen, vermöge welcher sie ihre Lage im Wasser verändern können. Die Einrichtung, durch welche dieses ausgeführt wird, ist eines der merkwürdigsten Beispiele der Anwendung eines auf einen bestimmten Plan abgesehenen Kunstgriffes und der Benützung einer Kraft, welche zu einer von denen ganz verschiedenen Classe gehört, welche gewöhnlich zu Erfüllung desselben Zweckes verwandt werden. Wir haben gesehen, daß, wenn der Körper des Fisches schwerer ist, als eine ihm entsprechende Masse Wassers, er in dieser Flüssigkeit nothwendig untersinken muß, ohne die Anwendung seiner Muskelkräfte. Wäre er im Gegentheile leichter, so würde er über die Oberfläche hervorragen. Wenn aber das Thier die Fähigkeit besäße, seine specifische Schwere nach Gefallen zu ändern, so würde es, ohne dabei die Thätigkeit des Schwanzes oder der Floßen anzuwenden, ein Mittel besitzen, sich im Wasser zu erheben oder sinken zu lassen. Und dieß wird gerade durch einen besonderen Mechanismus bewirkt, welchen die Natur im Innern des Fisches angebracht hat. Eine große mit Luft gefüllte Blase liegt unmittelbar unter der Wirbelsäule in der Mitte des Rückens und über dem Schwerpunkt. Sie ist unter dem Namen der Luftblase oder Schwimmblase bekannt. Häufig besteht sie, wie bei dem Karpfen, aus zwei Blasen (A, B Fig. 138), die an ihren Enden mit einander verbunden sind und mittelst eines schmalen Ganges mit einander communiciren. *) Ist die Schwimmblase mit Luft angefüllt, so

*) Unter den Schwimmblasen der verschiedenen Fische findet in Absicht auf Form und Bildung die allergrößte Verschiedenheit statt. Zuweilen enthält sie einen großen drüsenartigen Körper, von dem man annahm, daß er einen Apparat enthalte, mittelst dessen die

macht sie den ganzen Fisch specifisch leichter, als daß umgebende Wasser; der Fisch erhebt sich in demselben und schwimmt auf der Oberfläche, ohne daß es ihm die geringste Mühe kostete. Wird aber diese Blase durch die Thätigkeit der sie umgebenden Muskeln zusammengedrückt, so verdichtet sich die eingeschlossene Luft, die specifische Schwere des ganzen Körpers wird vergrößert und der Fisch sinkt zu Boden. Bei der Erschlaffung derselben Muskeln bekommt die Luft wieder ihre frühere Ausdehnung, und der Fisch steigt wieder in die Höhe. Gibt es wohl ein evidenteres Beispeil von einer planmäßig wirkenden Vorsehung, als die Anordnung dieses hydraulischen Apparates, der nach wohl durchdachten Principien in dem Innern der Organisation auf einen so bestimmten und so unbezweifelbaren Zweck hinwirkt?

Bei einigen Fischgattungen ist ein Kanal (C, D) vorhanden, welcher eine Communication zwischen der Schwimmblase und dem Magen oder dem Schlunde (O) herstellt; so daß beim Zusammendrücken der Blase eine Quantität Wasser ausgestoßen werden kann, und dadurch eine plötzliche Vermehrung der specifischen Schwere entsteht, in Folge deren der Fisch schnell sinkt. Wird durch irgend einen Zufall die Blase geöffnet oder berstet sie, so daß alle Luft entweicht, so kriecht der Fisch am Grunde hin, liegt auf seinem Rücken und kann nicht mehr an die Oberfläche des Wassers emporsteigen. Im Gegentheil kommt es zuweilen vor, daß ein Fisch, welcher zu lange an der Oberfläche der See den stechenden Strahlen einer tropischen Sonne ausgesetzt hinschwamm, plötzlich gegen seinen Willen an der Oberfläche festgehalten wird, weil die Blase durch die Hitze über die Gebühr ausgedehnt wurde, und in diesem Zustand allen Bemühungen des Thieres, sie zusammenzudrücken, widersteht. Er muß alsdann so lange sich auf der Oberfläche halten, bis die Kühle der Nacht die Luft in der Blase wieder zusammengedrückt hat, so daß sie ihre vorige normale Größe erreicht und dadurch dem Fische die Fähigkeit verleiht, wieder auf den Grund hinabzusteigen.

Luft aus dem Blut abgesondert werde; jedoch ist dieß durchaus nicht allgemein der Fall.

Einigen Fischgattungen fehlt die Schwimmblase durchaus. Dieß ist der Fall bei den Butten, den Schollen und andern Arten von Fischen, die eine flache Gestalt haben und zu der Familie Pleuronectes (Halbfische) gehören. Sie sind meistens Bewohner von Sandbänken oder andern Plätzen, auf denen sie immer liegen bleiben können; bewegen sich auch selten auf größere Strecken und erheben sich niemals viel im Wasser; thun sie aber das letztere, so geschieht es offenbar mit Anstrengung; denn wenn sie emporsteigen wollen, so können sie dieß nur dadurch ausführen, daß sie mit ausgebreiteten Brustflossen immerwährend ins Wasser schlagen und rudern. Nur eine einzige breitere Fischgattung, zu welcher die Rochen gehören, ist im Stande, vermöge der großen und mächtigen Brustflossen, mit denen diese Thiere das Wasser mit bedeutender Kraft nach unten schlagen können, ohne die Beihülfe einer Schwimmblase leicht im Wasser emporzusteigen. Die Seitenflossen, welche außerordentlich ausgebreitete Brustflossen sind, können bei diesen Fischen mit Flügeln verglichen werden, deren lothrechte Wirkung auf das Wasser von ähnlicher Wirkung ist, als die entsprechenden Bewegungen eines Vogels, welcher in gerader Richtung in die Luft emporsteigen will. Fische aber, welche schnell schwimmen und häufig im Wasser auf- und niedersteigen, sind im Allgemeinen mit den größten Schwimmblasen versehen.

Wenn man die Abweichungen untersucht, welche in der Form der Flossen bei verschiedenen Fischgattungen vorkommen, so findet man, daß ihre Bildung sich auf die Lebensverhältnisse und organischen Thätigkeiten dieser Thiere bezieht. Die Rückenflossen dienen besonders dazu, den Körper aufrecht schwebend zu erhalten und sind daher bei solchen Fischen am längsten, welche die stürmischsten Seen bewohnen. Die gefräßigsten Fischgattungen, welche unaufhörlich ihre Beute verfolgen, sind mit den verhältnißmäßig kräftigsten Muskeln versehen und besitzen die wirksamsten Hülfsmittel einer raschen Vorwärtsbewegung. Auf der andern Seite sind viele der friedfertigern und schwächern Gattungen mit großer Vorsicht durch dichte und harte Bedeckungen geschützt, die gegen die Angriffe ihrer Feinde sie gleich einem

Schilde beſchützen und oft mit ſcharfen Spitzen verſehen ſind, die wohl hinreichen, den kühnſten Angreifer abzuſchrecken. Der Balistes iſt mit Schuppen von einer außerordentlichen Härte bedeckt, welche ſich ſehr genau aneinander anſchließen und häufig rauhe Ränder beſitzen. Das Ostracion, oder der Panzerfiſch, iſt ſtatt mit ſolchen Schuppen mit einer Art von Panzer verſehen, welcher aus knöchernen Platten beſteht, die auf eine merkwürdige Art gleich einem würfelförmigen Pflaſter miteinander verbunden ſind und uns an die Einrichtungen erinnern, welche wir bei den kalkartigen Bedeckungen der Seeſterne ſehen.

Auf ähnliche Weiſe ſind einige Knorpelfiſche mit kalkartigen Platten bedeckt, die zu deren allgemeinen Bedeckungen gehören. Der Mitte des Rückens entlang verläuft eine Reihe ſolcher viereckiger Platten beim Stör, und der ganze Körper des Ostracion iſt mit knöchernen Schuppen überdeckt. Alle dieſe Theile ſtehen in keiner unmittelbaren Beziehung zum Skelet, ſondern ſind offenbar Ueberbleibſel niederer Bildungen, zu deren hervorſtechendem Character die äußerliche Lage der ſchützenden Organe gehört.

Die Gattungen Diodon und Tetrodon ſind dadurch ausgezeichnet, daß ſie eine Einrichtung beſitzen, wodurch ſie im Stande ſind, plötzlich eine kugelige Geſtalt anzunehmen: und dieß bewirken ſie dadurch, daß ſie in ihren Kropf oder erſten Magen Luft einpumpen, welche das ganze Thier zu einem Ball aufbläst. Dadurch wird nun der Unterleib ſpecifiſch leichter gemacht, der ganze Körper kehrt ſich herum und der Magen wird der oberſte Theil; der Fiſch ſchwimmt nun auf ſeinem Rücken, ohne ſich in dieſem Zuſtande der gewaltſamen Ausdehnung nach irgend einer Richtung hin lenken zu können. Aber gerade dann, wenn dieſes Thier ſo aufgeblaſen und bewegungslos ſich den Wellen preiß gibt, iſt es am ſicherſten; denn die zahlreichen Stacheln, mit welchen die Oberfläche ſeines Körpers vollkommen beſät iſt, richten ſich bei der Ausdehnung der Haut auf und bieten ſo dem Feind eine bewaffnete Oberfläche entgegen, von welcher Seite auch der Angriff geſchehen mag.

In den indiſchen Gewäſſern findet man eine zahlreiche Familie von Fiſchen, welche ſo conſtruirt ſind, daß ſie auf einige

Entfernung vom Ufer weg auf das Land kriechen können. Eine Art von diesen, die Perca scandens, kann sogar auf Bäume klettern, welche am Ufer wachsen*).

Wenn wir die Dichtheit des Mediums, welches die Fische zu durchschneiden haben, in Erwägung ziehen, so erscheint die Schnelligkeit, mit der sie sich bewegen, ganz erstaunlich; denn sie schießen offenbar mit eben so viel Sicherheit und Schnelligkeit durch das Wasser, als ein Vogel durch die Luft fliegt. Zum Theil mag dieß zwar auf Rechnung der Größe ihrer Muskeln und die günstige Ansetzungsweise derselben geschrieben werden, doch wären diese Vortheile noch immer gering, wenn die Schnelligkeit, mit welcher sie sich bewegen, nicht in Anschlag zu bringen wäre. In Fällen, wo die große Länge und Biegsamkeit der Wirbelsäule die Wirksamkeit des Schwanzes, welcher sich im Wasser bewegt, hemmt, ist die Bewegung träge und unbestimmt, was bei Aalen und andern länglich geformten Fischen der Fall ist**). Die meisten Fische aber bewegen sich mit der äußersten Schnelligkeit und mit kaum sichtbarer Anstrengung; daher sie auch im Stande sind, ohne zu ermüden, große Reisen auszuführen. Man hat beobachtet, daß der Salm viele Tage hintereinander in einer Stunde sechzehn (englische) Meilen zurücklegen kann. Haifische folgen oft den Schiffen durch den atlantischen Ocean, indem sie dieselben nicht nur in ihrem schnellsten Segeln übertreffen, sondern nach allen Seiten um sie herschwimmen, als ob die Fahrzeuge sich gar nicht bewegten.

*) Man sehe Lieutenant Daldorff's Abhandlung in den Linnean Transactions III, 62. Im folgenden Band werde ich gelegentlich von der merkwürdigen Bildung der Respirationsorgane dieser und anderer Fische sprechen, vermöge welcher sie einige Zeit außerhalb ihres gewohnten Elementes zubringen können.

**) Carlisle, Phil. Trans. for 1806, p. 9.

VIII. Capitel.

Reptilien.

§. 1. Von den auf dem Lande lebenden Wirbelthieren im Allgemeinen.

Die zahlreichen Familien der Wirbelthiere, welche ausschließlich auf dem Lande wohnen, oder welche wenigstens die Nebenbestimmung haben, sich auf dem Lande zu bewegen, sind in der Art, sich zu bewegen und in den mechanischen Hülfsmitteln dazu, welche sich in ihrer Körperbildung offenbaren, außerordentlich verschieden. Die größte Anzahl derselben sind Quadrupeden (vierfüßige Thiere), deren einige die Bestimmung haben, auf Bäume zu klettern, andere in die Erde zu graben; einige über sandige Ebenen zu laufen, und andere über Felsen zu springen. Einige wenige können sich nur mit Mühe vorwärts bewegen, andere übertreffen die Winde an Schnelligkeit. Einige Familien der Reptilien haben durchaus keine äußern Bewegungsorgane, indem der ganze Körper den Boden berührt; aber der Mensch allein nimmt eine Stufe ein, auf der nur er steht; denn er ist von allen andern durch das ihm ausschließlich zukommende Vermögen, blos auf den hintern Extremitäten zu stehen und sich durch diese allein zu bewegen, unterschieden.

Bei der Betrachtung der Entwicklungen und mechanischen Functionen, welche bei so verschiedenen Gestaltungen vorkommen, werde ich mit der Untersuchung derjenigen in dem Wasser und auf dem Lande lebenden Reptilien beginnen, welche zwischen den auf dem Lande und im Wasser lebenden Wirbelthieren einen Uebergang zu bilden scheinen; sodann werde ich zu den auf dem Lande lebenden übergehen und die einfachere Bildung und weniger vollkommenen Bewegungen derjenigen Landthiere betrachten, welchen die Glieder durchaus fehlen und nachher in stufenweiser

Aufeinanderfolge zu denjenigen emporsteigen, bei welchen die Unterstützung und Fortschreitung des Körpers durch mehr und mehr künstlich gebildete Extremitäten bewirkt wird. Den Schluß wird die Bildung des menschlichen Körpers machen, der diese große Reihe schließt.

§. 2. Batrachier, Froschartige Reptilien.

Die Ordnung der Batrachier oder froschartigen Reptilien bildet bei dem Uebergang der im Wasser lebenden Wirbelthiere zu den auf dem Lande lebenden die erste Uebergangsstufe. Bei dem Wechsel des Elementes, in welchem das Thier zu leben bestimmt ist, muß besonders in der Function der Respiration eine Veränderung vor sich gehen; da aber nach den Gesetzen der Natur dieser Wechsel durchaus nicht sprungweise gemacht werden darf, so finden wir, daß die Batrachier, mit welchen diese Reihe beginnt, zuerst nach Art der Fische gebildet sind. Sie athmen nämlich die athmosphärische Luft, welche im Wasser enthalten ist, mittelst ihrer Kiemen und bewegen sich mittelst derselben Werkzeuge durch die Flüssigkeit wie die Fische, denen sie in der That in jedem Theile ihrer mechanischen Bildung ähnlich sind. Die Kaulquappe, welche das Junge des Frosches ist, kann zuerst weder in Absicht auf das innere Skelet, noch in Beziehung auf die Lage ihrer zum Leben nothwendigen Organe von der Classe der Fische unterschieden werden. Der Kopf derselben ist freilich breit und groß; aber der Körper wird unmittelbar hinter demselben allmählig schmäler, so daß er durch die Verlängerung der Wirbelsäule einen länglichen Schwanz bildet, welcher aus einer zahlreichen Reihe von Schwanzwirbeln besteht, die mit einer vertikalen Ausbreitung der allgemeinen Bedeckungen versehen sind, wodurch eine Schwanzflosse gebildet wird, wobei alle zum Schwimmen nöthigen Muskeln angetroffen werden. Fig. 139. stellt eine solche Kaulquappe in einem sehr frühen Stadium dar.

Bei aller scheinbaren Aehnlichkeit mit der Bildung eines blos im Wasser lebenden Thieres enthält jedoch die Kaulquappe in ihrer Organisation die Keime zu einer höhern Entwicklung. In der Stille werden Vorbereitungen für den Wechsel des Wohn-

ortes, für das Auftauchen des Thieres aus dem Waſſer, für die Aufnahme der Luft in neue hohle Räume, für die Bildung von Gliedern, die zu einer neuen Art der Bewegung beitragen, mit einem Wort für ein Leben auf dem Lande und für alle Attribute und Kräfte, welche den vierfüßigen Thieren zukommen, gemacht. Die Aufeinanderfolge von Formen, welche dieſe Verwandlungen darbieten, ſind an und für ſich außerordentlich merkwürdig und bieten eine intereſſante Analogie mit den Erſcheinungen dar, welche diejenigen Inſecten zeigen, welche in den erſten Zeiträumen ihrer Exiſtenz im Waſſer vorkommen. Für einen, der mit philoſophiſchem Nachdenken den wunderbaren Plan der Schöpfung unterſucht, muß die Reihenfolge der Veränderungen, welche dieſe eigenthümlichen Uebergänge bezeichnen, nothwendiger Weiſe von dem höchſten Intereſſe ſeyn; und da wir dieſelben hier bei einer Thierfamilie antreffen, die vollkommnere Formen der Organiſation zeigt, ſo wird uns eine beſſere Gelegenheit, die Geheimniſſe ihrer Entwicklung zu unterſuchen und von den früheſten Stadien an dieſen zuſammengeſetzten Vorgang, der ſo voll von Geheimniß und Wunder iſt, zu verfolgen.

Das Ei des Froſches iſt eine runde Maſſe einer durchſcheinenden nahrhaften Gallerte, in deren Mittelpunct ein kleines ſchwarzes Kügelchen erſcheint. Nach und nach bekommt dieſes geſtaltloſe Kügelchen das Anſehen von einem Kopf und einem Schwanz, in welcher Geſtalt es aus ſeinem Gefängniß hervorkriecht und ſich raſch im Waſſer bewegt. Aus den Seiten des Nackens wachſen alsdann federartige Büſchel hervor, welche ſchlaff und ohne Schutz in der ſie umgebenden Flüſſigkeit ſich bewegen. Es ſind dieß zwar blos temporäre Organe, allein ſie dienen ſo lange zur Reſpiration, bis die eigentlichen Kiemen gebildet ſind; dann ſchrumpfen ſie ein und ſchwinden. Die wahren Kiemen, deren ſich an jeder Seite des Körpers vier befinden, ſind in dem Körper enthalten und ſind ganz ähnlich den Fiſchkiemen gebildet. Während die Kaulquappe dieſe Bildung beibehält, die ſie ganz zu einem Waſſerthiere macht, nimmt ſie im Laufe von einigen Wochen bedeutend an Größe und thatkräftigem Leben zu. In derſelben Zeit beginnen die Füße, von denen

zuerſt keine Spur vorhanden war, zu wachſen. Die hintern Füße erſcheinen zuerſt; und man kann ihre urſprüngliche Geſtalt durch die durchſcheinenden allgemeinen Bedeckungen des hinteren Theiles des Rumpfes gerade da, wo der Schwanz anfängt, entdecken. Bald kommen hierauf die Vorderfüße, welche den Hinterfüßen durch alle Stadien ihrer Entwicklung hindurch auf das genaueſte folgen, bis ſie ihr rechtes Verhältniß zu der Größe des Rumpfes erhalten haben. In dieſer Periode hat das Thier das Gepräge von einer ganz zweifelhaften Erſcheinung, indem es zwiſchen dem Froſch und der Waſſereidechſe das Mittel hält, und ſowohl mittelſt der Bewegungen des Schwanzes, als auch mittelſt der unregelmäßigen Stöße ſeiner Füße ſchwimmt. In dieſem Zeitraum erhält dieſes amphibienartige Thier zugleich die Fähigkeit, athmosphäriſche Luft zu athmen. Wir beobachten, daß es hier und da an die Oberfläche des Waſſers kommt und ſich mit dem Elemente, in welches es ſich bald erheben ſoll, nach und nach vertraut macht, indem es zuweilen ein Maul voll Luft nimmt, welche es in ſeine neugebildeten Lungen bringt und dieſelbe nachher in der Form einer kleinen Blaſe wieder von ſich gibt. Sind am Ende dieſe nothwendigen inneren Veränderungen vollkommen vor ſich gegangen, ſo werden Vorbereitungen gemacht, um den Schwanz abzuwerfen, der nun ein überflüſſiges Glied iſt, und dadurch nach und nach ſchwindet, daß er nicht ernährt wird, ſo daß am Ende nun ein kurzer Stumpf zurück bleibt, der bald verſchwindet. Die Kiemen ſchrumpfen zugleich ein und verſchwinden ſchnell, indem ihre Funktion durch die Lungen erſetzt wird, welche ihre Stelle vertreten; und nun taucht das Thier aus dem Waſſer auf und beginnt eine neue Lebensart, indem es ein vollkommener Froſch geworden iſt. Daſſelbe behält aber ſeine Gewohnheiten als Waſſerthier noch immer bei, und ſchwimmt mittelſt ſeiner Hinterfüße, welche ſehr lang und muskulös ſind, und an ihren langen Zehen eine breite Schwimmhaut haben, die durch eine dünne Ausbreitung der allgemeinen Bedeckungen gebildet wird, mit der größten Leichtigkeit. Nicht weniger merkwürdig ſind alle diejenigen Veränderungen, welche in den andern Organen vorkommen und Umgeſtaltungen zur Folge haben, die

durch den vollkommenen Wechsel aller äußeren Verhältnisse dieses Thieres bedingt werden — eine vollständige Umwälzung in seiner Constitution, seinen Lebensfunktionen, Gewohnheiten und Bedürfnissen. Ich werde bei der Betrachtung der andern Funktionen der thierischen Oeconomie auf einige dieser Uebergänge aufmerksam machen; nun aber sey unser Augenmerk vornehmlich auf die Bildung des Körpers in Absicht auf dessen mechanische Verhältnisse gerichtet. Um uns eine richtige Idee von diesen Verhältnissen zu machen, ist es nöthig, die hervorstehenden Eigenthümlichkeiten des Skeletes dieser Thiere herauszuheben.

Das Skelet eines erwachsenen Frosches ist in Fig. 140. abgebildet. Man sieht hier, daß die Wirbelsäule vergleichungsweise viel kürzer ist, als die der Fische, oder sogar kürzer als die irgend einer Thierclasse. Denn sie besteht nur aus acht Wirbeln, die ausgenommen, welche zu dem Schwanzbein (os coccygis) vereinigt sind. Die Absicht der Natur bei dieser Bildung war offenbar die, das Gerüste des Rumpfes so fest als möglich zu machen, weil hier für die fortschreitende Bewegung durchaus keine Beweglichkeit erforderlich war, indem die Ausführung dieser Thätigkeit den hintern Extremitäten ganz anheim fiel, welche in Verhältniß zu dem übrigen Körper eine bedeutende Größe haben. In jedem Theile des Skeletes ist dabei die Tendenz zu bemerken, sich vornehmlich in der Richtung der Breite zu entwickeln, indem der Rumpf so sehr als möglich verkürzt ist.

Die Art, auf welche die Wirbel mit einander articuliren, ist von der, wie wir sie bei den Fischen gesehen haben, durchaus verschieden, und nähert sich der Bildung der höheren Classen der Wirbelthiere. Anstatt, daß der Körper eines jeden Wirbels an seiner hinteren Oberfläche eine kelchförmige Vertiefung hätte, endigt er in eine hervorstehende Kugel, welche in einer an der vorderen Oberfläche des nächstfolgenden Wirbels angebrachten Höhle aufgenommen wird, so daß ein vollkommenes Drehgelenk gebildet wird, welches, wenn es sonstige Umstände gestatten, eine drehende Bewegung zuläßt. Die Wirbel der Kaulquappe aber haben, wie wir gesehen haben, ganz dieselbe Construction, wie die der Fische, indem nämlich kelchförmige Vertiefungen an den beiden Enden

ihrer Körper vorhanden sind, welche auf Kugeln von weicher elastischer Materie, die zwischen ihnen liegen, spielen. Es ist natürlich vom höchsten Interesse, den Hergang kennen zu lernen, welcher der Veränderung dieser Bildung in die, wie wir sie beim Frosch finden, zu Grunde liegt. Dutrochet fand durch sorgfältige Beobachtung dieses Verknöcherungsprocesses, daß die gallertartige Kugel, auf welcher die beiden an einander liegenden Wirbel der Kaulquappe sich bewegen, nach und nach fester und in einen Knorpel verwandelt wird. Dieser Knorpel vereinigt sich später an seiner vorderen Fläche mit dem mit derselben in Berührung stehenden Wirbelkörper, so daß er mit diesem zu einem Knochen verwächst; seine hintere Fläche aber bleibt unverwachsen und bewegt sich noch immer in der kelchförmigen Vertiefung (acetabulum) des Wirbels, welcher hinter ihm liegt. Die knorpeligen Schwanzwirbel der Kaulquappe gehen lange vor dem Zeitpunkt der Verknöcherung verloren; diejenigen aber, welche dem Körper am nächsten liegen, vereinigen sich zu einem langen und geraden Schwanzbein, welches sich unter einem Winkel mit dem Kreuzbein verbindet, eine Art der Verbindung, aus welcher die sonderbare Deformität entsteht, welche man an dem Rücken eines Frosches wahrnimmt, der ganz das Ansehen hat, als ob er gebrochen wäre. Die Rückenmarkshöhle dieses Knochens obliterirt zu gleicher Zeit, indem der Theil des Rückenmarks, der während des Wasserlebens des Thieres hindurchgeht, nun aufgesogen wird.

Die Theorie, welche die Schädelknochen aus den Wirbeln entstehen läßt, erhält von der Bildung und beziehungsweisen Lage derselben beim Frosch, eine bedeutende Bestätigung. Die Höhle, welche für den Aufenthalt des Gehirns bestimmt ist und durch jene Wirbel gebildet wird, liegt vollkommen in derselben Linie mit dem Rückenmarkskanal, welcher in Wahrheit kaum etwas länger ist als jene. Die Gesichtsknochen aber breiten sich zugleich zur Seite aus, so daß sie mit der Schädelhöhle in gar keiner Verbindung stehen. Der Kopf articulirt mit der Wirbelsäule durch zwei seitliche Gelenksflächen, welche sich an dem Ursprung eines jeden Bogens des Hinterhauptbeines befinden, während der

Körper desselben mit dem ersten Nackenwirbel kaum in Verbindung steht und keine Gelenksfläche hat.

Anstatt der Rippen finden sich nur kleine dünne vereinzelte Knöchelchen oder besser Knorpel, welche an die Enden der Querfortsätze einiger Wirbel befestigt sind und als Rudimente von Rippen betrachtet werden können. *)

Das Becken besteht aus zwei dünnen und länglichten Darmbeinen, welche sich nach hinten zu ausdehnen und an ihrem vorderen Ende die Spitzen der Querfortsätze des letzten Rückenwirbels nur berühren. Dieser Wirbel ist viel breiter, als die übrigen und muß, ob er gleich nur aus einem einzigen Knochen besteht, als ein Kreuzbein betrachtet werden. Die beiden Scham- und Sitzbeine sind außerordentlich klein, tragen jedoch zur Bildung der Gelenkshöhle bei, welche dazu bestimmt ist, den Oberschenkel aufzunehmen, welcher mit dem hinteren Ende jener vorhin genannten Knochen in Berührung steht. Dieß ist die möglichst einfachste Form, die ein Becken haben kann, das seine Verbindung mit der Wirbelsäule beibehält. In dieser Hinsicht ist die beschriebene Bildung der, welche wir bei den Fischen trafen, in der Entwicklung weit voran.

Die Verbindungsart der Knochen der vorderen Extremität ist derjenigen sehr analog, welche wir bei den Rochen und Haifischen gefunden haben; man trifft hier einen knöchernen Gürtel, welcher von dem Schulterblatt, dem Schlüsselbein und dem rabenschnabelförmigen Knochen gebildet wird, mit welchem letzteren das Oberarmbein in Verbindung steht. Das Brustbein ist groß und bedeutend entwickelt; es scheint sich schon dem ausgebreiteten Zustande zu nähern, den wir bei den Cheloniern finden werden. Das Ellenbogenbein und die Speiche sind in ein Bein verwachsen; und überhaupt sind die Knochen der Vorder- und Hinterfüße im

*) Das Zeugungssystem dieser Thiere erfordert, daß der Eierstock, d. h. dasjenige Organ, in welchem die Eier enthalten sind, einer außerordentlichen Ausdehnung fähig sey, um die ungewöhnliche Masse von Eiern, ehe dieselben den Körper verlassen, zu beherbergen. Wahrscheinlich wurden die Rippen nicht entwickelt, um dem ausgedehnten Eierstocke Raum zu geben.

Allgemeinen sowohl in Absicht auf ihre Gestalt, als auch ihre Verbindungen denen der höheren Ordnungen der Säugethiere ähnlich, deren Typus diese Ordnung der Reptilien sich offenbar nähert. Der Fuß ist mit fünf Zehen versehen und besitzt zuweilen auch noch das Rudiment einer sechsten; die vordere Extremität hat deren nur vier und ohne Klauen.

Die Nothwendigkeit, dieselben Werkzeuge der Fortbewegung im Wasser und auf dem Lande in Anwendung zu bringen, ist wahrscheinlich die Ursache, weßhalb sie für keine der beiden Bewegungsarten die tauchlichste Form haben. Die hintern Füße des Frosches, welche sehr gut dazu eingerichtet sind, das Wasser beim Schwimmen nach hinten zu stoßen, können consequenter Weise weniger gut dazu gebraucht werden, das Gewicht des Körpers beim Gehen hinlänglich zu tragen und zu unterstützen, und daher benimmt sich dieses Thier beim Gehen außerordentlich unbeholfen. Auf einer kurzen ebenen Fläche kann es sich daher blos mittelst Sprüngen fortbewegen; eine Gangart, welche durch die Länge und große Muskelkraft der Hinterfüße besonders unterstützt wird. Im Gegentheil kann die Kröte, deren hintere Extremitäten kurz und schwach sind, besser gehen, aber nicht so gut hüpfen und schwimmen, als der Frosch. *) Bei dem Laubfrosch, Hyla, findet sich an jeder Zehe eine fleischige Warze, welche in ihrer

*) Es ist sonderbar, daß der Frosch, der doch so tief in der Reihe der Wirbelthiere steht, in seinen Bewegungsorganen eine so treffende Aehnlichkeit mit der Bildung des menschlichen Körpers zeigt. Dieß kommt daher, daß die Bewegungen, welche er im Schwimmen macht, denjenigen ähnlich sind, welche der Mensch beim Gehen macht, insofern beide Thätigkeiten eine stärkere Anstrengung der Ausstreckmuskeln des Fußes bedingen. Daher finden wir an den Beinen beider eine bestimmte Wade, welche von dem Anschwellen gewisser Muskeln herrührt. Die Muskeln des Oberschenkels zeigen ebenso manche Analogie mit denen des Menschen, und zwar besonders dadurch, daß ein langer Muskel vorhanden ist, der der Schneidermuskel (M. sartorius) heißt, welcher die Wirkung hat, daß er den Fuß beim Gehen und Schwimmen nach Innen dreht.

Im Original heißt es nach Außen (outwards), was wahrscheinlich ein Druckfehler ist. Anm. d. Uebers.

Form sich der concaven Fläche einer Saugwarze nähert und mittelst deren dieses Thier sich leicht an den Zweigen der Bäume, welche es vornehmlich bewohnt, festhält und dieselben mit großer Leichtigkeit besteigt.

Der Salamander gehört zu derselben Classe, zu der der Frosch gehört, und durchläuft dieselben Metamorphosen des Kaulquappenzustandes. In Absicht auf die Entwickelung der einzelnen Theile seines Skeletes ist er aber von demselben sehr verschieden. Die vordern Extremitäten des Salamanders erscheinen früher, als die hintern und der Schwanz bleibt für immer ein Theil seines Körpers. Die Rudimente der Rippen sind außerordentlich klein und das Brustbein bleibt knorpelig. Das Becken hat keine knöcherne Verbindung mit der Wirbelsäule, sondern wird blos durch Bänder getragen. Die Landsalamander haben einen abgerundeten Schwanz, aber bei den im Wasser lebenden Gattungen oder den Tritonen ist er zur Seite zusammengedrückt; die letztgenannten Thiere behalten also die fischähnliche Gestalt der Kaulquappen bei und haben auch dieselbe Anlagerung der Muskeln.

§. 3. Ophidier, oder schlangenartige Reptilien.

In der Classe der Schlangen sehen wir ein Beispiel von der größtmöglichsten Einfachheit, welcher das Skelet eines Wirbelthieres fähig ist; denn wie wir in Fig. 141 sehen, wo das Skelet einer Viper abgebildet ist, so besteht dasselbe blos aus einer verlängerten Wirbelsäule mit einem wenig entwickelten Kopf und einer Reihe von Rippen. Glieder und die Knochen, welche gewöhnlich dieselben mit dem Rumpfe verbinden, fehlen durchgängig; denn es ist weder ein Brustbein, noch ein Schulterblatt, noch auch ein Becken vorhanden. Professor Mayer hat jedoch bei Anguis fragilis (der Blindschleiche), Anguis ventralis und bei Typhlops crocotatus schwache Rudimente von Beckenknochen gefunden, und ist der Meinung, daß dieselben bei dieser Ordnung der Reptilien viel allgemeiner vorhanden seyen, als man sich gewöhnlich einbildet. Einige Schlangen, wie Boa, Python, Tortryx und Eryx haben Klauen, welche als Rudimente der Füße zu betrachten und außen sichtbar sind. Bei andern, wie bei

Anguis, Typhlops und Amphisbæna ſind ſie unter der Haut verſteckt. Bei noch andern hat er knorpelartige Fäden entdeckt, welche er als Theile anſieht, die jenen entſprechen. *)

In der Bildung des Schädels und der Geſichtsknochen bieten die Schlangen ſehr ſchlagende Analogien mit den Batrachiern und zuleich mit den Fiſchen dar, beſonders aber mit denjenigen der letzteren, welche keine Floßen und eine aalförmige Geſtalt haben, welchen ſie in Abſicht auf Länge und Biegſamkeit des Rückgrates außerordentlich ähnlich ſind. Aus dieſen Eigenthümlichkeiten der Bildung kann in hohem Grade auf die Lebensweiſe geſchloſſen werden, für die ſie beſtimmt ſind. Die Nahrung, welche ihnen angewieſen iſt, ſind lebendige Thiere, welche ſie angreifen und überwinden müſſen, ehe ſie dieſelben in Nahrungsſtoff verwandeln können. Die Art, auf welche die Boa gewöhnlich ihre Schlachtopfer ergreift und tödtet, iſt folgende: ſie ſchlingt den hintern Theil ihres Körpers um den Stamm oder Aſt eines Baumes, wobei ſie den Kopf und die vordere Hälfte des Körpers losläßt; alsdann ergreift ſie mit einem plötzlichen Sprung den Gegenſtand ihres Angriffes, während er ſich nicht vertheidigen kann, ſchlingt ſich um deſſen Körper herum und drückt ihm die Bruſt zuſammen, ſo daß er nicht mehr athmen kann. Giftige Schlangen aber ringeln ſich auf dem möglichſt kleinſten Raum zuſammen, ſchießen alsdann auf die entweder ſorgloſe, oder durch Angſt gefeſſelte Beute los, und bringen ihr eine ſchnell tödtende Wunde bei.

Es geht aus dieſen Betrachtungen klar hervor, daß bei dem Mangel aller äußerer, zum Ergreifen der Beute und zur Fortbewegung des Körpers nöthiger Organe, die Wirbelſäule außerordentlich biegſam ſeyn muß, ſo daß ſie viele und verſchiedenartige

*) Einige jener rudimentartigen Theile ſind in den folgenden Figuren abgebildet. Fig. 142 ſtellt die Klaue von Boa constrictor dar, welche an dem Ende einer Reihe von Knochen liegt, die freilich ſehr unvollkommen das Anſehen von Knochen einer hintern Extremität haben und mit einigen Muskeln verſehen ſind. Aehnlich aber kleiner ſind dieſelben bei Tontryx und Anguis. In Fig. 143 ſieht man die von Amphisbæna alba; ſie ſind weit weniger entwickelt; und in Fig. 144 die Schlangeneidechſe, Chalcides, welche vier kleine Füße hat. (Ann. des Sc. Nat. VII, 170.)

Bewegungen zuläßt. Dieſe ungewöhnliche Biegſamkeit entſteht einmal durch die Abtheilung der Wirbelſäule in eine große Anzahl kleiner Stücke, zweitens, durch die größte Freiheit in den Articulationen derſelben, und drittens durch die beſondere Beweglichkeit und Verbindungen der Rippen.

Die Wirbel des Aales ſind zwar ſehr zahlreich, indem die Wirbelſäule deſſelben aus mehr als hundert Stücken zuſammengeſetzt iſt, aber doch kommt in der der Schlangen eine viel größere Anzahl von Wirbeln vor. Die Klapperſchlange (Crotalus horridus) hat ungefähr zweihundert Wirbel und an der Wirbelſäule der Ringelnatter (Coluber natrix) hat man deren dreihundert gezählt. Dieſe Wirbel ſtehen alle, wie bei den erwachſenen Batrachiern, mit Nußgelenken unter einander in Verbindung, indem die hintere rundliche Hervorragung eines jeden Wirbels in der vor der vordern Fläche der folgenden befindlichen Höhle aufgenommen wird.

Neben dem, daß auf dieſe Weiſe für eine große Beweglichkeit geſorgt iſt, wurde auch dafür Sorge getragen, daß die Gelenke vollkommen geſichert ſeyen. Wir finden daher, daß die Dislocation derſelben dadurch auf eine wirkſame Weiſe vermieden iſt, daß dieſelben nach oben und unten durch Gelenkfortſätze eingeſchloſſen und durch Kapſelbänder auf das engſte verknüpft ſind. Die Richtung der Oberflächen dieſer Fortſätze und die Geſtalt und Länge der Dornfortſätze iſt ſolcher Art, daß die Freiheit der Seitenbewegung durchaus nicht geſtört iſt, während die verticalen und Längebewegungen beſchränkt ſind. Welcher Grad von Bewegungsfreiheit aber auch zwiſchen den aneinanderſtoßenden Wirbeln vorhanden ſey, ſo vervielfältigt ſich doch dieſe Bewegung die ganze Wirbelſäule entlang und macht, daß dieſe jeden Grad der Krümmung anzunehmen fähig iſt. Wäre ein Bruſtbein vorhanden, ſo würden die Bewegungen der Rippen dadurch beſchränkt und alle erforderlichen Krümmungen behindert; zugleich wäre daſſelbe aber für die Ausdehnung des Magens, welche durch die Gewohnheit der Schlangen, ihre Beute ganz zu verſchlingen, geboten wird, ein ganz unüberſteigliches Hinderniß.

Die Art, auf welche die Boa auf die Körper der Thiere, welche ſie ergriffen hat, ihren mächtigen Druck ausübt, indem

ſie dieſelben mit den Windungen ihres Körpers umſchlingt, erfordert, daß ihre Rippen ſowohl auf die Seite, als auch nach hinten beweglich ſeyen, damit ſie der Kraft, welche auf ſie wirkt, nachgeben können. Die beiden converen Oberflächen, auf welchen ſie ſich bewegen, verleihen ihnen in dieſer Hinſicht einen Vortheil, der bei der gewöhnlichen Articulationsweiſe nicht zu erreichen iſt. (Siehe Fig. 145). Die Dornfortſätze ſind bei dieſen Schlangenarten kurz und weit von einander entfernt, ſo daß ſie eine Biegung des Körpers nach jeder Richtung hin zulaſſen. Bei der Klapperſchlange hingegen verhindert dieß ihre Länge und ſchiefe Stellung, ſo daß die Biegung der Wirbelſäule nach oben dadurch beſchränkt wird, obgleich nach andern Richtungen hin die Bewegung freigelaſſen iſt. Die Wirbel des Schwanz-Endes ſind mit breiten Querfortſätzen verſehen, an welchen ſich das erſte Gelenk der Klapper befeſtigt.

Indeſſen bleibt es, wenn wir auch bei dem verlängerten Körper der Schlangen die Fähigkeit, alle mögliche Biegungen auszuführen, annehmen, immer ſchwierig, zu begreifen, wie dieſe einfachen Thätigkeiten zur Fortbewegung des Thieres auf dem Lande dienen können; und doch lehrt uns die Erfahrung, daß wenige Thiere mit größerer Schnelligkeit auf der Oberfläche des Erdbodens ſich bewegen, oder mit mehr Gewandheit und Sicherheit auf ihre Beute losſtürzen, als eben die Schlangen. Sie ſteigen dabei ohne Schwierigkeit auf die Gipfel der höchſten Bäume und verlaſſen ihre hohen Aufenthaltsörter mit einer Schnelligkeit, die jeder Beobachtung entgeht und die Beſtrebungen ihrer Verfolger zu Schanden macht.

Man hat geſucht, die Löſung dieſes Räthſels zum Theil in der Bildung der Haut dieſer Thiere zu ſuchen, welche beinahe in allen Gattungen mit zahlreichen Schuppen bedeckt iſt, zum Theil aber in der eigenthümlichen Bildung der Rippen. Die Ränder der Schuppen bilden rauhe Fortſätze, welche nach hinten gerichtet ſind, ſo daß ſie in die rauhen Oberflächen der Körper, mit welchen ſie in Berührung kommen, eingreifen und eine rückgängige Bewegung unmöglich machen. Bei einigen Gattungen bilden die allgemeinen Bedeckungen ringförmige Platten, ſo daß ſie uns an

die Bildungen erinnern, welche bei Würmern und Tausendfüßen vorkommen. Jede Schuppe steht mit einer besondern Lage von Muskelfasern in Verbindung, welche dieselbe erheben und herabdrücken kann, so daß sie auf diese Weise in eine Art von Zehe verwandelt wird, wodurch der Körper auf dem Boden eine Menge fester Unterstützungspunkte erhält.

Diese Unterstützung erhält noch ferner dadurch eine Befestigung, daß die Rippen mit den Bauchschildern, oder den, auf der unteren Seite des Körpers befindlichen, Schuppen, sich verbinden. Die Art, auf welche die Rippen zu Hülfsinstrumenten der Fortbewegung werden, wurde zuerst von Sir Joseph Banks entdeckt.*) Er beobachtete die Bewegungen einer Schlange von ungewöhnlicher Größe, welche in London gezeigt wurde und glaubte, während sie schnell auf dem Fußteppich hinkroch, sich die Rippen derselben in einer regelmäßigen Aufeinanderfolge bewegen zu sehen, gleich den Füßen einer Raupe. Sir Everard Home, welchem Sir John Banks diese Beobachtung mittheilte, überzeugte sich von dieser Thatsache dadurch, daß er seine Hand an den Bauch der Schlange legte und dadurch die Enden der Rippen sich auf seiner Handfläche bewegen fühlte, während das Thier darüber hinkroch. Die Rippen sind auch auf eine ganz besondere Art mit der Wirbelsäule verbunden, und zwar so, daß ihre Articulation offenbar zu dieser besonderen Function der Rippen mitwirkt, welche hier an der Stelle der vorderen und hinteren Extremitäten sind, welche Organe bei den meisten Wirbelthieren vorkommen und den Typus ihres Knochengerüstes characterisiren. In den gewöhnlichen Fällen hat der Kopf einer jeden Rippe eine convexe Oberfläche, welche immer mit dem Körper eines einzelnen Wirbels, mit dem sie verbunden ist, oder mit den beiden Körpern zweier, an einander liegender, Wirbel articulirt; bei den Schlangen aber hat das Kopfende einer jeden Rippe zwei seichte, concave Gelenksoberflächen, welche auf einer erhabenen Hervorragung eines jeden Wirbels sich bewegen. Zugleich ist mit dieser Einrichtung der Vortheil verbunden, daß die Rippen bei den Bewegungen der Wirbel nicht an einander

*) Philos. Trans. for 1812, p. 163.

anstoßen. An ihrem unteren Ende haben die Rippen der einen Seite keine Verbindung mit denen der andern, sind auch durch keine, einem Brustbein analoge, Knochen mit einander verbunden; so daß man bei keinem Thiere dieser Classe, mit Ausnahme des Ophiosaurus und der Blindschleiche (Anguis fragilis), eine Spur eines Brustbeines oder eines Schulterblattes findet. Jede Rippe hat an ihrem Ende einen dünnen Knorpel, welcher spitzig zuläuft und seiner ganzen Länge nach auf der obern Fläche der Schuppen oder breiten Schilder ruht, welche die untere Seite des Körpers bedecken. Diese Schilder, welche auf solche Weise mit den Enden der Rippen verbunden sind und mit Hülfe kurzer Muskeln bewegt werden, können mit Hufen verglichen werden, wenn man den Rippen die Verrichtung der Füße zutheilt. Die Rippen bewegen sich paarweise, so daß der unter jedem Paare befindliche Schild alle Bewegungen derselben mitmacht, sich mittelst seines hervorragenden Randes auf dem Boden befestigt, und so einen festen Punkt erhält, um den Körper vorwärts zu schieben. Diese Bewegung sieht man nach Sir E. Home sehr schön, wenn eine Schlange über eine Ecke wegkriecht oder sich auf einer glatten Oberfläche bewegt. Wenn sich das Thier auf einer Ebene bewegt, so verwandelt es seine Gestalt, die vorher eine cirkel- oder ovalförmige war, in eine dreieckige, wo dann die Fläche, welche auf dem Boden sich bewegt, die Basis des Dreieckes ist. Fünf Muskelreihen sind dazu bestimmt, den Rippen die Bewegungen nach hinten und vorn mitzutheilen, wodurch diese als Hebel wirken, welche die fortschreitende Bewegung vermitteln. Diese Muskeln liegen in regelmäßigen Lagen, und einige derselben überspringen eine oder zwei Rippen, um sich an die folgende anzusetzen. Bei allen Schlangen werden die Rippen an den Theilen am meisten zurückgezogen, innerhalb welcher die Lungen befindlich sind, und obgleich die vorderen sowohl zur Respiration als auch zur Vorwärtsbewegung dienen, ist doch klar, daß alle diejenigen, welche hinter den Lungen sind, allein für den letztern Zweck angewandt werden.

Nach dem Gesagten ist leicht zu begreifen, wie die Schlangen vermöge dieser kriechenden oder wurmförmigen Bewegung langsam

ſich forthelfen können, indem ihre Bewegung eigentlich auf einer Folge von kurzen Schritten beruht. Ihr Fortſchreiten wird aber durch die Krümmungen, welche der Körper anzunehmen fähig iſt, bedeutend ſchneller gemacht; und zwar dadurch, daß der vordere Theil des Körpers zuerſt befeſtigt und dann der hintere demſelben näher gebracht wird, und nachher umgekehrt der hintere Theil befeſtigt und der Kopf vorgeſchoben wird. Durch die Abwechslung dieſer Bewegungen, welche durch die Wirkung der Rippen unterſtützt wird, können die Schlangen mit beträchtlicher Schnelligkeit und ohne die Aufmerkſamkeit auf ſich zu ziehen, vorwärts gleiten. Wird aber eine größere Eile erfordert, ſo wenden ſie eine beſchleunigtere Art des Ganges an, wodurch ſie freilich ſich dem Auge des Beobachters ausſetzen. Alsdann biegt ſich der Körper nicht auf die Seite, ſondern erhebt ſich zu einem großen Bogen, deſſen beide Enden allein den Boden berühren; dieſe werden nun abwechſelungsweiſe als Unterſtützungspunkte benützt und zwar ſo, daß das Thier dieſelben nach und nach einander nähert und wieder von einander entfernt; wobei der Körper ſo fortgeſchoben wird, daß er von einer gebogenen Linie ſich in eine gerade verwandelt.

Es gibt noch eine dritte Art der Bewegung, welche die Schlangen gelegenheitlich dann in Anwendung bringen, wenn ſie auf ihre Beute ſpringen, oder einer plötzlichen Gefahr ſchnell entgehen wollen. Sie wickeln ſich alsdann ſpiralförmig zuſammen, indem ſie alle Muskeln einer Seite des Körpers zuſammenziehen und hierauf alle Muskeln der entgegengeſetzten Seite plötzlich wirken laſſen, wodurch der ganze Körper gerade auf die nämliche Weiſe vorwärts geſchleudert wird, wie eine zuſammengewundene kräftige Uhrfeder, die man ſchnell losläßt; eine Art des Impulſes, wodurch ſie auf einige Höhe von dem Boden aufgehoben, und auf eine beträchtliche Diſtanz fortgeſchleudert werden.

Auf dieſe Weiſe ſind Thiere, welchen die Natur alle äußerlichen Extremitäten verſagt hat, fähig, dadurch, daß ſie eine beſondere Art von Mechanismus beſitzen, der aber aus denſelben Elementen beſteht, welche zu dem Urtypus der Wirbelthiere gehören, langſam über die Oberfläche der Erde hinzukriechen, auf Bäume zu klettern, ſchnell über eine Ebene zu laufen und mit einer Kraft

und Schnelligkeit Sprünge auszuführen, welche den Beobachter in Staunen versetzen, und welche man in Zeitaltern der Unwissenheit und des Aberglaubens einer übernatürlichen Kraft zuschrieb.

§. 4. Saurier, eidechsenartige Reptilien.

Die Bildung derjenigen Theile des Knochengerüstes, welche zur Fortbewegung dienen, ist in der Classe der Saurier, zu welcher alle Eidechsengattungen gehören, bei weitem vollkommener ausgeführt, als bei den vorigen. Wir müssen jedoch einige Gattungen anführen, welche die Verbindungsglieder zwischen der vorigen Classe machen und den Entwicklungsproceß bezeichnen, welchem wir bei dem Aufsteigen in der Thierreihe zu folgen haben. Rudimente von Extremitätenknochen, so wie von einem Brustbein sind schon beim Ophiosaurus und bei Anguis fragilis, der Blindschleiche, sehr sichtbar. Siren lacertina hat zwei kleine Vorderfüße, welche sich nahe am Kopf befinden. Lacerta lumbricoides Lin. oder Bicepa canaliculatus (Lacepede), welcher in Mexico zu Hause ist und von welchem sich in der Pariser Sammlung ein Exemplar vorfindet, hat ein Paar sehr kurzer Füße, welche ebenfalls in der Nähe des Kopfes liegen und vier Zehen nebst einem Rudiment eines fünften besitzen. Lacerta bipes, Lin. (oder Sheltopusic bei Pallas) hat im Gegentheil nur ein Paar Hinterfüße, welche aber außerordentlich klein sind, und zugleich unter der Haut verborgene Rudimente eines Schulterblattes und eines Schlüsselbeines *). Diesen zunächst steht Chalcides oder die Schlangeneidechse (Fig. 144) und Lacerta seps, Thiere, welche im südlichen Frankreich häufig vorkommen und vier kleine Füße haben, welche durchaus nicht im Stande sind, dem Körper als Stütze zu dienen und nur den entfernteren Nutzen haben, bei den verschiedenen Krümmungen desselben als Anhaltsmittel zu dienen.

In der Aufsteigung der Entwicklung kommt nun eine Reihe

*) Zugleich findet sich in den Hinterfüßen ein rudimentartiger Oberschenkel und unter der Haut ein wahres Becken, was die Aehnlichkeit mit den Ophidiern noch schlagender macht. Anm. d. Uebers.

von Reptilien dieſer Ordnung vor, bei welchen die Glieder mehr und mehr ausgebildet ſind, bis wir zu den Krokodilen gelangen, bei denen dieſelben einen bedeutenden Grad von Vervollkommnung erreicht haben. Als Folge dieſer größeren Entwicklung des Skeletes finden wir, daß der Rumpf in verſchiedenen Regionen abgetheilt wird. Hier begegnen wir zuerſt einem beſtimmten Hals, durch welchen der Kopf von dem Bruſtkorb getrennt iſt, der ſeinerſeits wieder von dem Unterleib zu unterſcheiden iſt; dabei findet ſich ein Kreuzbein, welches zwiſchen den Lenden- und Schwanzwirbeln liegt.

Eine fernere Annährung dieſer Thiere zu den höheren Claſſen gibt ſich dadurch kund, daß bei denſelben ſieben Halswirbel vorhanden ſind, und zwar, wie wir es bei den Säugethieren finden werden, beinahe ohne Ausnahme dieſelbe Zahl. Die Gelenkverbindungen zu der Wirbel ſind denen der Schlangen ähnlich, indem ſie aus Nußgelenken beſtehen. In der Gelenkverbindung des Hinterhauptbeines mit dem erſten Halswirbel findet man aber, daß die Natur zu der einfacheren Form eines einzelnen Condylus, welcher von dem Körper des Knochens entſpringt, zurückkehrt, anſtatt zwei Gelenksköpfe zu bilden, welche von den Bögen deſſelben entſpringen, wie wir es bei den Batrachiern getroffen haben. Die Schwanzwirbel ſind immer zahlreich, und der Schwanz ſelbſt iſt vertical zuſammengedrückt, was die günſtigſte Form für die Bewegung im Waſſer iſt. Zugleich ſind dieſelben dadurch bemerklich, daß ſie innere Dornfortſätze beſitzen, welche an die Körper derſelben mittelſt Knorpeln verbunden ſind, eine Bildung, welche der, wie wir ſie bei den Fiſchen geſehen haben, analog iſt.

Die Anzahl der Rippen iſt bei den verſchiedenen Gattungen der Saurier verſchieden und ſie ſtehen immer mit den Querfortſätzen der Wirbel in Gelenksverbindung, ſo daß ſie Fortſetzungen derſelben zu ſeyn ſcheinen. Fortſätze dieſer Art kommen auch an dem Halſe vor, wo ſie an die Querfortſätze der Halswirbel befeſtigt ſind. Dieſe ſind als Halsrippen zu betrachten. Sie verhindern durch ihre Anweſenheit die Biegungen des Nackens, daher für das Krokodil im Biegen des Nackens eine große Schwierigkeit entſteht, wenn es in der Verfolgung eines Thieres ſich drehen

will. Diejenigen Rippen, welche den Brustkorb bilden, sind mit einem breiten Brustbein verbunden; jedoch vor und hinter diesen befinden sich andere Rippen, welche nicht mit demselben in Verbindung stehen und daher falsche Rippen genannt werden.

Das Becken besteht hauptsächlich aus Darmbeinen, welche, wie bei den Batrachiern, sich nach abwärts erstrecken, um für den Oberschenkel eine Gelenkshöhle zu bilden. Zwei kleine und dünne Knochen ragen von den Schambeinen aus nach vorwärts gerichtet auf der unteren Seite des Körpers hervor, wahrscheinlich um zur Unterstützung der Baucheingeweide beizutragen. *) Die Knochen der Extremitäten sind sehr vollkommen gebildet und sind in Absicht auf Gestalt und Bildung den entsprechenden Theilen des Skeletes der höheren Ordnungen der Quadrupeden sehr ähnlich. Die Zehen sind gewöhnlich mit Membranen versehen, welche sich zwischen ihnen ausbreiten und das Thier im Schwimmen unterstützen. Der Schwanz, welcher im Allgemeinen eine seitlich zusammengedrückte Gestalt hat, ist, obgleich nicht in demselben Grade, wie der der Salamander, einem Fischschwanz ähnlich, und zeigt dadurch an, daß das Thier im Wasser lebt; denn wo wir Schwänze von dieser Gestalt antreffen, so finden wir immer, daß ihre hauptsächlichste Kraft darin besteht, als Instrumente des Schwimmens durch ihre Seitenbiegungen dem Körper eine horizontale Bewegung mitzutheilen. Krokodile und Alligators zum Beispiel, bei welchen diese Bildung vorherrscht, sind vergleichungsweise auf dem Lande träge und unbehülflich, daher sie die Beute, welche sie ergriffen haben, so schnell als möglich in das Wasser zu schleppen suchen; denn sie wissen wohl, daß, wenn sie in ihrem eigenen Elemente sind, sie das Sträuben derselben leicht bemeistern und dieselben durch Untertauchen tödten können.

Bei der Familie Gecko finden wir einen ganz eigenthümlichen Mechanismus, welcher dazu dient, die Füße an die Gegenstände,

*) Diese Knochen scheinen den Beutelknochen (Ossa marsupialia) einer gewissen, zu den Säugethieren gehörigen, Thierfamilie analog zu seyn.

über welche das Thier hinschreitet, zu befestigen. Derselbe ist einigermaßen dem analog, welchen wir bei Gelegenheit der Hausfliege angeführt haben. Jeder Fuß hat fünf Zehen, welche, mit Ausnahme des Daumens, alle mit einer scharfen krummen Klaue endigen. An der untern Fäche einer jeden Zehe, (welche in Fig. 146 vorgestellt wird), sind ungefähr sechzehn Querspalten befindlich, welche zwischen sich eben so viele Höhlungen oder Säcke lassen. Diese Querspalten sind nach vorn zu offen und ihre Ränder sind gezähnt, so daß sie aussehen, wie feingezähnte Kämme. Alle diese Theile aber, sowohl die Ränder als die Furchen, sind mit der Oberhaut austapezirt. Unter derselben sind nun aber starke Muskeln angebracht, welche die Klaue herabziehen; zugleich aber entspringen aus den Sehnen derselben zwei Lagen kleiner Muskeln, welche so gestellt sind, daß sie ausgestreckt werden, wenn die ersteren in Thätigkeit sind. Durch die Zusammenziehungen dieser Muskeln werden die Mündungen der Höhlen oder Säcke, denen sie angehören, geöffnet und die gezähnten Ränder auf das Genaueste den Oberflächen angepaßt, mit welchen die Füße in Berührung stehen. Sir Everard Home vergleicht in seiner Abhandlung über diesen Gegenstand diesen Mechanismus mit der Saugscheibe der Remora. *) Mit Hülfe dieser Organe kann das Thier sicher über die glatteste Oberfläche hinwegschreiten, und zwar selbst in einer Richtung, welche der Schwere seines Körpers entgegen ist. So kann dasselbe sehr schnell an den Wänden oder der Täfelung eines Zimmers hinkriechen, wobei es sich nicht auf seine Füße stützt, sondern nur dadurch gehalten wird, daß es sich mittelst einer schnellen Aufeinanderfolge abwechselnder Adhäsionen aufhängt.

Obgleich die Saurier für die Fortbewegung eine bessere Einrichtung haben, als alle anderen Ordnungen der Reptilien, so sind sie doch durch die, im Vergleich mit andern zu den Säugethieren gehörenden Quadrupeden, bedeutende Kürze und schiefe Lage ihrer Glieder genöthigt, einen Theil des Rumpfes auf dem Boden nachzuschleppen, wenn sie sich bewegen wollen. Keines von diesen

*) Philosophical Transactions for 1816, p. 151 und 323.

Reptilien scheint einer andern Gangart fähig zu seyn, als zu schreiten und zu hüpfen; indem sie wegen der schiefen Richtung, in der sich ihre Glieder bewegen, weder Trott noch Galopp ausführen können. Das Chamäleon schreitet außerordentlich langsam vorwärts und offenbar mit der größten Schwierigkeit; und wir haben schon die Bemerkung gemacht, daß das Crocodil, ob es gleich in gerader Linie sehr schnelle Bewegungen ausführen kann, wegen der eigenthümlichen Bildung seiner Nackenwirbel unfähig ist, sich schnell herumzuwenden. Der allgemeine Typus dieser Reptilien bezieht sich auf das Amphibienleben und daher ist bei ihnen der Organismus auch nicht so ausschließlich für die eine Existenz auf dem Lande bestimmt, wie wir dieß bei den höhern Ordnungen der Säugthiere finden. Ehe wir jedoch zu der Betrachtung dieser übergehen, müssen wir unsere Aufmerksamkeit einer besondern Gruppe von Thieren zuwenden, deren Bildung ganz anomal erscheint, und welche, gleichsam als ob sie die regelmäßige Aufsteigung in den Stufen der Bildung unterbrechen sollte, einen Seitenzweig bildet.

§. 5. Chelonier, schildkrötenartige Reptilien.

Die Ordnung der Chelonier, welche alle die verschiedenen Familien der See- und Landschildkröten umfaßt, scheint eine Ausnahme von allen Bildungsgesetzen zu machen, welchen wir sonst bei den Wirbelthieren begegnen; denn statt eines durchaus innern Skeletes finden wir, daß der Rumpf des Körpers von allen Seiten in ein knöchernes Gehäuse eingeschlossen ist, welches nur den Kopf, den Schwanz und die vordern und hintern Extremitäten frei läßt. Denjenigen Theil des Knochens, welcher den Rücken unterwölbt, nennt man das Rückenschild, und die flache knöcherne Platte, welche zur Vertheidigung des untern Theiles des Körpers dient, das Brustschild. Es ist dieß eine Bildungsform, welche uns an die Schutzorgane derjenigen Thiere erinnert, welche in der Reihe der organisirten Wesen sehr tief stehen, nämlich an den Seeigel, die Crustaceen und die zweischaligen Mollusken. Jedoch ist die Substanz, welche diese starken Schilder, sowohl das untere als auch das obere bildet, durch-

aus den Knochengeweben angehörig, wird auf dieſelbe Weiſe entwickelt, wie andere Knochen, iſt denſelben Veränderungen unterworfen und beſitzt alle Eigenſchaften des Knochengewebes. Der Zweck, welchen die Natur bei Bildung dieſer Organe vor Augen gehabt zu haben ſcheint, iſt der höhere Schutz, den ſie gewähren, und um dieſen zu erreichen, hat ſie ein undurchdringliches gewölbtes Dach gebildet, welches dem größten von Außen angebrachten Drucke widerſtehen kann und jeden gewöhnlichen Angriffsmitteln eine kräftige Mauer entgegenſetzt. Für das Thier iſt dieſes Organ eine feſte Burg, in welche es ſich bei dem geringſten Angriff zurückziehen und den Beſtrebungen der Feinde, es herauszuziehen oder zu plagen, widerſtehen kann.

Dieſe Betrachtungen geben uns den Schlüſſel zu den vielen ſcheinbaren Anomalien, welche unſerm Auge bei der Anſicht der Verhältniſſe des Skeletes einer Schildkröte (Fig. 147) entgegentreten; wo wir die merkwürdigſte Umkehrung der Anordnung der Theile erblicken, wenn wir dieſelbe mit der gewöhnlichen Anordnung vergleichen. Bei einer aufmerkſamern Betrachtung deſſelben finden wir aber, daß alle Knochen, welche das Skelet anderer Wirbelthiere zuſammenſetzen, auch in dem der Schildkröte vorhanden ſind, und daß das knöcherne Gehäuſe, welches alle andern Theile in ſich einſchließt, eigentlich durch eine Ausdehnung der Stachelfortſätze der Wirbel und der Rippen einerſeits, und andererſeits durch die gewöhnlichen Stücke gebildet wird, welche das Bruſtbein ausmachen. Die obere und untere Platte, welche auf dieſe Art entſtehen, ſind an ihren Enden durch die Ausbreitungen der zwiſchen dem Bruſtbein und den Rippen befindlichen Anhänge, welche ſich verknöchern, verbunden. Auf dieſe Weiſe war die Erſchaffung eines neuen Elementes vermieden, und doch wurden die in dem allgemeinen Typus der Wirbelthiere beſtehenden auf eine vortheilhafte Art dazu verwandt, ſie zu einem Mechanismus ganz eigener Art umzuſchaffen, welcher zu ganz andern Zwecken dienen ſollte, als der iſt, zu welchen dieſe Theile gewöhnlich verwandt werden; dieß geſchah nur dadurch, daß die Form der Theile durch eine verſchiedene Stufenfolge relativer Entwickelung ver-

ändert wurde. Es ist nicht wohl möglich (wenn solche noch nöthig wären) schlagendere Beweise für die Einheit des Planes, nach welchem alle im Thierreich vorkommenden Organisationen gebildet sind, vorzufinden, als uns gerade das Skelet der Schildkröte darbietet.

Das erste Moment, welches zur relativen Unbeweglichkeit des Rumpfes beiträgt, ist das, daß alle Wirbel des Thieres zu einer einzigen starren Säule verwachsen, ausgenommen diejenigen, welche den Hals und den Schwanz bilden, welche beide beweglich sind. Die erstern sind daher alle miteinander verwachsen (anchylosirt), lassen aber Spuren ihrer ehemaligen Form als getrennte Wirbel zurück, wobei jedoch keine Naht oder sonstige Verbindungsart zu bemerken ist. Der für das Rückenmark bestimmte Kanal ist wie gewöhnlich vorhanden und befindet sich über den Körpern dieser verschmolzenen Wirbel, so daß die Bögen durch Dornfortsätze vervollständigt werden. Diese Fortsätze endigen aber nicht wie gewöhnlich in einer Gräthe, sondern sind nach den Seiten zu ausgedehnt, so daß sie längs dem Rücken flache Stücke bilden, welche miteinander durch Nähte verbunden sind und zugleich mit den ausgebreiteten Rippen sich verbinden, so daß sie zu der Gestaltung der zusammenhängenden Oberfläche des Rückenschildes beitragen. Die Querfortsätze der Wirbel sind zwar wohl zu erkennen, aber so fest mit den Rippen verwachsen, daß sie nicht hervortreten; denn die Rippen, welche abgeflacht und so breit sind, daß sie einander ihrer ganzen Länge nach berühren, entstehen je zwischen den Körpern zweier aneinanderstoßender Wirbel an der untern Fläche derselben, während sie sich nach oben mittelst Nähten mit den Platten der Dornfortsätze verbinden. Aus dieser Veränderung in der Lage geht für die Rippen eine Veränderung in der Function hervor. Haben sie die Bestimmung, beweglich zu seyn, so finden wir, daß sie mit den Enden der Querfortsätze oder mit den Gelenkoberflächen eines jeden Wirbels articuliren. Wo jedoch Sicherheit und Festigkeit nöthig ist, sind sie immer zwischen den Körpern zweier Wirbel angebracht. Wir finden, daß dieses bei den Vögeln der Fall ist, wo es nöthig ist, daß die Knochen des Brustkorbes unbeweglich

seyen. Es ist in der That merkwürdig, daß eine beträchtliche Anzahl der Eigenthümlichkeiten, welche die Körperbildung der Schildkröte wie der anderer Reptilien unterscheidet, eine Annäherung zu der Structur der Vögel andeutet; als hätte die Natur diese kleine Thiergruppe dazu bestimmt, zwischen jenem neuen und wichtigen Typus der thierischen Organisation, welcher für eine ganz verschiedene Lebensweise geschaffen ist, ein Zwischenglied zu bilden.

Die zwischen dem Brustbein und den Rippen befindlichen Anhängsel, welche jenes mit diesen verbinden, sind bei den meisten Thieren knorpeliger Natur, ob wir sie gleich zuweilen verknöchert finden. Bei den Schildkröten aber ist der Verknöcherungsproceß desselben nicht nur vollendet, sondern sie wurden auch seitwärts ausgedehnt, so daß die Enden der Rippen und die Ränder des Bauchschildes eine zusammenhängende Fläche bilden und jeder Zwischenraum zwischen denselben verschwindet, wodurch eine dichte und feste Mauer entsteht, welche die Seiten der knöchernen Büchse vollkommen einschließt. Die Tendenz nach Verknöcherung ist dabei in allen diesen Stücken so stark, daß die zuerst zwischen denselben gebildeten Nähte mit der Zeit oft obliteriren und die Knochenfasern durch die ganze gebildete Oberfläche hindurchgehen.

Die merkwürdigste Verwandlung im Knochensystem, welche bei diesem neuen Bildungstypus vorkömmt, bietet das Brustbein dar. Die Theile desselben sind so breit geworden, daß es uns schwer wird, diesen Knochen unter der Form des Brustschildes, welches, wie wir gesehen haben, den ganzen untern Theil des Körpers bedeckt, wieder zu erkennen. Wenn wir aber die Structur dieses Knochens, sowohl wie er sich beim erwachsenen, als wie er sich beim jungen Thier verhält, genau untersuchen, so können wir, wenn die Nähte noch nicht verknöchert sind, leicht die neun Elemente des Brustbeines entdecken; besonders das Mittelstück, das vordere Stück und die vier Paar der Seitenstücke, deren jedes aus seinem eigenen Verknöcherungspunct gebildet wurde. Freilich sind sie sowohl ihrer Form als auch ihrer Proportion nach von den Theilen, welche das entsprechende Gebilde

des Skeletes anderer Thiere zusammensetzen, außerordentlich verschieden, haben aber doch in Absicht auf Zahl der Elementartheile und deren beziehungsweisen Anlagerung dieselbe Beständigkeit und Gleichförmigkeit, welche mit so schöner Harmonie durch alle Bildungen des Thierreiches hindurchgeht*).

Zugleich muß aber auch bemerkt werden, daß, da die Platten, welche das Gehäuse der Schildkröte bilden, von Knochenmasse sind, ihre Sicherheit nothgelitten hätte, wenn sie der Wirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt würden. Daher finden wir, daß sie mit einer dünnen Hornplatte bedeckt sind, welche ursprünglich das Product der allgemeinen Bedeckungen ist. Dieß ist die Substanz, welche man im gemeinen Leben Schildpatt nennt**).

Dem Mangel an Beweglichkeit des Rumpfes dieser Thiere wurde, so weit es die Sicherheit des Kopfes gestattete, dadurch abgeholfen, daß der Hals sehr beweglich war; dieser besteht aus sieben Wirbeln, welche durch keine Fortsätze gehindert werden und eine doppelte Krümmung gleich einem römischen S annehmen können, wenn der Kopf unter den Schild zurückgezogen wird. Diese Wirbel sind untereinander mit Nußgelenken verbunden, welche allen lebenden Reptiliengattungen eigen sind***).

---

*) Der so hervorstechende Verknöcherungsproceß der Schildkröten, verglichen mit dem sehr analogen der Vögel, ist mit der von manchen vergleichenden Anatomen ausgesprochenen Ansicht nicht vereinbar, daß die Energie der Ossification mit der der Respiration und Entkohlung des Blutes in geradem Verhältniß stehe, indem die letztern Functionen bei den Schildkröten sehr unvollkommen sind. — Ein Analogon des Bauchschildes der Schildkröten gibt aber das bis gegen das Becken hin verlängerte Brustbein des Crocodils.

Anm. d. Uebers.

**) Es ist zu bemerken, daß die Abtheilungen dieser Platten, welche man von Außen unterscheiden kann, keine Beziehung zu den Nähten haben, welche die unter denselben liegenden Knochen trennen, so daß man aus der Form der äußern Schale nicht auf die Gestaltung des innern Knochengerüstes schließen darf.

***) Dieß Gesetz bezieht sich nur auf die in der Schöpfung vorhandenen Individuen, indem es nicht auf die fossilen oder antediluvianischen anwendbar ist, wie z. B. auf den Ichthyosaurus.

An dem zweiten Halswirbel findet sich ein nach vorn gerichteter Dornfortsatz und zuweilen ist auch an dem dritten einer, welcher aber meistens nur die Gestalt eines kleinen Höckers besitzt. Anm. d. Uebers.

Die Gelenksverbindung des Kopfes mit dem Halse geschieht auf dieselbe Weise; doch ist zu bemerken, daß der Gelenkskopf des Hinterhauptbeines, welcher an dem untern Rande des großen Hinterhauptloches befindlich ist, zwar eine einfache convexe Oberfläche darstellt, aber doch an derselben offenbar eine Theilung in drei Theile besitzt, wo alsdann die obern Abtheilungen an den Seiten, und die untere Abtheilung in der Mitte befindlich sind. Diese drei Gelenksflächen, welche unmittelbar unter der großen mittlern Oeffnung (F, Fig. 148.) liegen, sieht man in dieser Abbildung, welche die Hinteransicht eines Schädels der Testudo mydas gibt. Ob sie gleich ganz dicht aneinander liegen, so zeigt doch eine schwache Abgränzungslinie, welche deren Oberfläche in drei Theile theilt, die Tendenz der Trennung an. Wir werden finden, daß bei den fernern Entwicklungsstufen, welche in den höhern Thierclassen vorkommen, diese Trennung wirklich dadurch entsteht, daß die untere Gelenksfläche obliterirt, wodurch zwei Seitenflächen zu Stande kommen, welche Gelenkfortsätze bilden, die von der Entwicklung der Bögen des Hinterhauptbeines herrühren.

Die eigenthümliche Bildung der Kopfknochen der Schildkröte gewährt uns wiederum auf das evidenteste eine Unterstützung der Theorie, welche diese Knochen als ursprüngliche Wirbel ansieht. Das Gehirn dieser Thiere ist außerordentlich klein und dennoch sieht der Schädel, wenn man ihn von oben betrachtet, sehr breit aus, wie wenn er eine Höhle von großen Dimensionen einschlösse. Betrachten wir ihn aber von hinten, wie in Fig. 148, so entdecken wir bald, daß die wahre Höhle, in welcher sich das Gehirn befindet, und zu welcher die Oeffnung bei F führt, sehr schmal ist, so daß man nur die Spitze eines Fingers hineinsenken kann, und daß die breiten Knochenplatten PP, welche das Deckengewölbe des Schädels ausmachen, nichts mit dieser Höhle gemein haben, sondern blos dazu dienen, sich über den Schläfenmuskeln hin zu erstrecken, welche sehr groß sind und die hohlen Räume SS ausfüllen, welche vollkommen von diesen Knochen eingeschlossen werden. Es scheint, daß dieselbe Tendenz zur seitlichen Ausbreitung, welche an den Dornfortsätzen

der Rückenwirbel bemerkt wurde, auch bei den Dornfortsätzen derjenigen Wirbel vorhanden ist, welche das Schädelgewölbe bilden. Die Seitenwandbeine, welche die Dornfortsätze des zweiten Schädelwirbels darstellen, fahren, nachdem sie ihre erste Function, nämlich die, sich über den Halbkugeln des Gehirnes zu schließen, erfüllt haben, in ihrer Entwicklung fort, bilden zuerst auf dem obern Theil des wahren Schädelgewölbes eine hervorragende Leiste, trennen sich dann zur rechten und linken Seite und breiten sich horizontal aus, so daß sie das schon angeführte obere Gewölbe (P P) bilden, das zum Schutze und zur Befestigung der Schläfemuskeln dient. Diese bedeutende Breite des Kopfes bei den Seeschildkröten verleiht dem Thiere das Ansehen einer größern Intelligenz, welche ihnen aber in Folge der außerordentlichen Kleinheit des Gehirnes in keiner Weise zukommt. Da die Seeschildkröte aber ihren Kopf nicht unter dem Rückenschilde verbergen kann, so erscheint für das Gehirn ein so ungewöhnlicher Schutz als Nothwendigkeit; bei den Landschildkröten aber ist dieß nicht der Fall, denn der Rückenschild derselben ist hinreichend geräumig, um den Kopf zu beherbergen, wenn es nöthig ist. Die Analogie der Wirbel mit dem Hinterhauptsbein zeigt sich noch weiter darin, daß dieser Knochen sich beträchtlich nach hinten verlängert, gerade so, wie die Dornfortsätze der Halswirbel bei andern Thieren.

Diese Anordnung der Dornfortsätze und Rippen der Chelonier, vermöge deren sie sich so allgemein in breite Knochenplatten verwandeln, veranlassen eine ganz verkehrte Lage des Schulterblattes, welches bei diesen Thieren an der innern Seite der Rippen und des Brustbeines liegt, so daß es zwischen dem Rücken- und Brustschilde befindlich ist*). Das Oberarmbein ist

*) Die anomale Anlagerung dieser Knochen und die schwer unterscheidbaren Formen, welche die einzelnen Theile derselben annehmen, machen es sehr schwer, am Skelete die einzelnen Theile wiederzufinden, welche in den normalen Bildungen dem Schulterblatt, der Schulterhöhe, dem Rabenschnabelknochen und dem Schlüsselbein entsprechen, und die Anatomen sind noch nicht einig, welchem dieser einzelnen Knochen der Chelonier sie den oder jenen Namen geben wollen.

besonders bei den Landschildkröten, bei denen es fast die Gestalt eines Halbcirkels hat, bedeutend gekrümmt. Ellenbogen und Speiche sind von einander getrennt; die Handwurzel und die Fingerglieder sind kurz und abgestumpft, so daß sie eine Art zusammengedrückter Hand bilden.

Das Becken ist gleich dem Schulterblatt und dem Schlüsselbein in die knöcherne Kapsel eingeschlossen, welche den Rumpf beschützt. Das Kreuzbein kann auf dem letzten Rückenwirbel bewegt werden; die Schwanzwirbel sind die Fortsetzung desselben und bilden einen kurzen Schwanz. Derjenige Theil des Beckens, welcher dem Darmbeine analog ist, ist kurz, gerade und dick, lehnt sich an den Rückenschild an und verbindet sich mit dem Kreuzbein; der Theil, welcher das Schambein bildet, ist der beträchtlichste, beide Schambeine vereinigen sich, der dem Sitzbein entsprechende Knochen aber erstreckt sich nach hinten und abwärts und bildet den wahren Knochencirkel des Beckens. Da aber, während sich die Schambeine untereinander verbinden, das Sitzbein sich nach vorne nicht mit dem Schambein vereint, so folgt hieraus, daß die zwei eirunden Löcher in eines verschmelzen. Der Oberschenkel ist kurz und stark und zuweilen gebogen, jedoch immer weniger als das Oberarmbein, und die übrigen Knochen der hintern Extremität sind denen der Vorderfüße ähnlich *). Da alle Füße mit dem Körper in schiefer Richtung verbunden sind, so geben sie dem Gange des Thieres das Ansehen von großer Unbehülflichkeit, so daß es aussieht, als habe dasselbe nur Klumpfüße. Da der Impuls, den diese Füße dem Thiere geben, nur schief und zur Seite gerichtet ist, so folgt hieraus, daß diese Thiere leichter im Wasser als auf dem Lande sich vorwärtsbewegen können; und dieser Umstand, verbunden mit der in der Constitution des Thieres begründeten Indolenz spricht hinreichend für die enorme und zum Sprichwort gewordene Langsamkeit seiner Bewegungen.

*) Die cylindrischen Knochen der Schildkröten sind durchaus solid und haben keine Markhöhle, wie die höher entwickelten Knochen der Säugthiere.

Immerhin scheint die größtmöglichste Sicherheit der Zweck zu seyn, welcher in der Einrichtung des Mechanismus auch der andern Theile des Skeletes der Schildkröten der vorherrschende ist. Die Schulter- und Hüftengelenke sind so eingerichtet, daß sie das vollkommene Zurückziehen der Glieder in die Höhle des Schildes möglich machen. Nachdem der Kopf durch schlangenartige oder Sförmige Biegungen des Halses eingezogen ist, werden die Kniee einander genähert und das ganze Glied in die Schale zurückgezogen, so daß die Vorderfüße sich über dem Kopfe vollkommen zusammenfalten und dadurch denselben auf die wirksamste Weise schützen und bedecken. Die Handwurzel und Mittelhand sind deßhalb außerordentlich abgeplattet und nähern sich der Floßenform, welche wir bei der Familie der Cetaceen wiederfinden werden. Die Fingerglieder sind ebenfalls breit und verlängert, indem sie eine Art von ovaler Hand oder besser Tatze bilden, welche sehr gut für die diesen Thieren zukommenden Functionen eingerichtet ist. Die Krümmung des Oberarmbeines ist für die Landschildkröte von größtem Nutzen, indem sie das Thier in den Bemühungen, sich umzuwenden, unterstützt, wenn es durch irgend einen Zufall auf den Rücken zu liegen gekommen ist.

Je nach der Verschiedenheit ihrer Lebensweise und eigenthümlichen Gewohnheiten kommen in der Organisation der verschiedenen Schildkrötengattungen bedeutende Abweichungen vor. Bei den Landschildkröten (Testudo) ist ein vollkommnerer Schutz durch ihre Schalen erforderlich, als bei den Wasserschildkröten (Emys), denn jene sind auf dem Lande größern Feindseligkeiten von Seiten der Außenwelt ausgesetzt, als diese, welche im Wasser umherschwimmen. Daher rührt bei den Landschildkröten die größere Convexität ihres Rückenschildes, die vollkommene feste Ossification der Knochenmasse, die unbewegliche Verbindung derselben mit dem Brustschild und das vollendete Obdach, das sich bis auf die Füße und den Kopf erstreckt. Die Wasserschildkröten hingegen werden schon zum Theil durch das Element getragen, in welchem sie wohnen und haben deswegen jene vollendeteren Schutzeinrichtungen nicht nöthig. Ihr Rückenschild ist kleiner,

hat eine abgeflachtere Form und kann den Kopf und die Glieder nicht in sich aufnehmen. Die Füße sind verhältnißmäßig größer und der Ellenbogen und die Speiche sind besser entwickelt und in eine flach ausgebreitete Oberfläche verwandelt. Bevor die Schildkröten den Kopf und die Glieder in die Schale zurückziehen wollen, treiben sie durch kräftige Anstrengung der Bauchmuskeln die Luft aus den großen Lungenhöhlen heraus; denn obgleich diese Muskeln mit Knochenmaterie bedeckt sind, so sind sie doch bei diesen Thieren so gut wie bei andern Wirbelthieren vorhanden und drücken dadurch die Lungen zusammen, daß sie die Hinterleibseingeweide gegen sie pressen. Dieses plötzliche Austreiben der Luft ist die Ursache jenes lange fortgesetzten pfeifenden Tones, den die Schildkröte von sich gibt, wenn sie sich vorbereitet, in ihre enge Höhle zurückzukriechen.

Bei den Wasserschildkröten haben zwar auch die Rippen an ihrer Wurzel die Gestalt von breiten Platten, welche sich unbeweglich mit der Wirbelsäule verbinden; sobald man sie aber auf eine gewisse Strecke zur Seite verfolgt, so trennen sie sich von einander und nehmen ihre gewöhnliche Form an. Die zwischen beiden Rippen liegenden Zwischenräume sind aber durch eine membranartige Masse ausgefüllt. Eben so geschieht die Verbindung zwischen dem Rücken- und dem Brustschilde nur mittelst Membranen; und das Brustbein hat, anstatt Eine breite Knochenplatte zu bilden, zwischen seinen unvollkommen entwickelten Elementen Zwischenräume, welche durch Membranen ausgefüllt werden. Alle diese Verhältnisse machen die Schale weniger compact, biegsamer und schwächer, die Bewegungen des Thieres aber werden dadurch schneller und energischer.

Diese characteristischen Unterscheidungszeichen zwischen den Wasserschildkröten und denjenigen, welche auf dem Lande leben, sind in der Gattung Trionyx, oder der weichen Schildkröte, viel deutlicher bezeichnet; diese hat keine Schuppen, und viele Theile, welche bei der Emys knöchern sind, werden hier durch bloßen Knorpel oder häutige Gebilde ersetzt.

Das ungeheure Gewicht der Schale der Seeschildkröten wäre für die Bewegung dieses Thieres im Wasser ein großes Hinder-

niß, wenn nicht dafür geſorgt wäre, daß die ſpecifiſche Schwere des Körpers dieſes Thieres vermindert würde. Dieſe Gewichtsverminderung wird dadurch bewirkt, daß die Lungen eine bedeutende Luftcapacität beſitzen, wodurch ſie, wenn ſie mit Luft erfüllt ſind, beinahe die Bruſthöhle ausfüllen und der ganzen Maſſe des Körpers dadurch eine bedeutende Schwimmkraft verleihen. So finden wir in der ganzen Natur, daß, wo durch die Erfüllung eines Zweckes für das Ganze eine ſcheinbare Unbequemlichkeit hervortritt, gewiß durch die eigenthümliche Entwicklung irgend eines andern Theiles ein Gegengewicht entſteht, und die Art und Weiſe, wie irgend eine andere Lebensfunction ausgeführt wird, dieſe Unbequemlichkeit aufhebt. Beſonders merkwürdig iſt die Art, wie einer Schildkrötengattung, welche an den Küſten der Seychellinſeln ſich aufhält, Schwimmkraft verliehen wird. Die untere Fläche iſt nicht, wie bei den Landſchildkröten, nur ein wenig concav, ſondern hat in ihrem Mittelpunct eine tiefe cirkelförmige Grube, welche, wenn das Thier ins Waſſer geht, eine ziemliche Menge Luft enthält, die, ſo lange es in dieſem Element verweilt, ſeine ganze Maſſe ſchwimmen macht*). Wenn man die Körpergröße der Seeſchildkröten mit der der Landſchildkröten vergleicht, ſo bekommt man ein neues Beiſpiel, um wie viel leichter das organiſche Wachsthum bei Waſſerthieren vor ſich geht als bei Landthieren, wenn auch der allgemeine Bildungsplan derſelben der gleiche iſt.

*) Home, Lectures, VI, 37.

IX. Capitel.

Säugethiere.

§. 1. Von den Säugethieren im Allgemeinen.

Die eigenthümlichen Thiergeschlechter, welche durch ihre regelwidrigen Gestalten, die Torpidität ihrer Lebenskraft und ihre amphibienartige Constitution zuletzt unsere Aufmerksamkeit fesselten, scheint die Natur als Uebergangsformen hingestellt zu haben, welche die im Wasser schwimmenden Wirbelthiere mit denen verbinden, die das Land bewohnen. Die Classe der Säugethiere (Mammifera oder Mammalia) umfaßt alle diejenigen Thiere, welche eine Wirbelsäule haben, die Luft mit Lungen athmen, zugleich warmes Blut besitzen und lebendige Jungen gebären; lauter Bedingungen, welche ihnen die Anwesenheit eigenthümlicher Organe, die man Brüste (Mammæ) nennt, nöthig machen, die dazu bestimmt sind, für die Ernährung des Jungen Milch zu bereiten; und dieß ist eine Eigenthümlichkeit, welche so allgemein ist, daß sie zur Schöpfung des Namens der ganzen Classe Veranlassung gab. Diese Thiere sind jedoch nicht ausschließlich Landthiere, denn zu den Säugthieren sind auch einige amphibienartige (d. h. sowohl im Wasser als auf dem Lande lebende) und ganz im Wasser lebende Thierfamilien zu zählen, wie der Seehund, das Wallroß, das Meerschwein, der Tümmler (Delphingattungen), der Narwhal, der Cachelot und der Wallfisch; Thiere, welche, ob sie gleich in Absicht auf ihre Lebensart und äußere Körperbildung von den Land-Säugthieren sehr verschieden sind, mit dem letztern alle wesentlichen Charactere des innern Baues und die oben aufgezählten Lebensfunctionen gemein haben. Diese characteristischen Merkmale kommen auch bei dem Menschengeschlechte vor, daher dasselbe in Betreff seiner zoologischen Beziehungen unter die Classe der Säugethiere zu

ſtellen iſt. In der That ſind die Analogien, welche die Familien dieſer Claſſe mit unſerm eigenen Geſchlechte verbinden, ſo zahlreich, daß es für uns vom größten Intereſſe ſeyn muß, die vergleichende Anatomie und Phyſiologie derſelben auf das Genaueſte zu unterſuchen. Durch die Fortſchritte, welche in den letzten Jahren in dieſem Zweige der Wiſſenſchaft gemacht wurden, iſt unſere Kenntniß von der Körperbildung, den Functionen der Organe und der Naturgeſchichte der Menſchen beträchtlich erweitert worden; was von noch größerer Bedeutung dadurch wird, weil dieſe Gegenſtände in der genaueſten Beziehung zu unſerer eigenen Wohlfahrt ſtehen.

Das Princip der Analogie, welches ſo allgemein in den niedern Abtheilungen des Thierreiches vorherrſcht, können wir bei den Säugthieren alſo auch beibehalten; denn je zahlreicher und verſchiedenartiger die Gegenſtände ſind, welche in einer natürlichen größern Gruppe von Weſen ſich vereinigen, deſto erſichtlicher iſt gerade der Einfluß dieſes Principes. Keine der größern Thierclaſſen bietet aber in Abſicht auf ihre Gewohnheiten und auf die Art ihrer Lebensweiſe größere Mannichfaltigkeiten dar, als die, welche wir nun zu unterſuchen haben. Eine jede Thiergattung hat in Beziehung auf die Art des Futters, womit ſie ſich nährt und in Hinſicht auf die Mittel, durch welche ſie ſich daſſelbe verſchafft, ihre beſondere Beſtimmung. Die fleiſchfreſſenden Säugthiere führen mit andern größern Thieren Krieg, welche ſie entweder unverſehens aus dem Hinterhalte anfallen, oder offen angreifen und überwinden, wobei ſie die ganze Thatkraft ihrer grauſamen Natur entfalten und alle Künſte wilder und blutgieriger Zerſtörung in Anwendung bringen. Andere gehen nur auf kleinere Beute los und wenden manche Liſt an, um ſie zu gewinnen; einige ſind beſtimmt, blos von Mollusken zu leben, während andere nur Inſecten verzehren. Die zahlreichen Gattungen der Säugthiere, welche die Beſtimmung haben, von vegetabiliſcher Nahrung ihr Leben zu friſten bieten auf gleiche Weiſe in ihrem Körperbau die größten Mannichfaltigkeiten dar, je nach der beſondern Art des Subſiſtenz-

mittels, ob dieses nämlich in Gras, Baumblättern, Früchten, Samen oder den rauhen Fasern der Hölzer und Rinden bestehe. Indem alle mit den Fähigkeiten versehen sind, die, zu ihrer Existenz erforderliche Nahrung sich zu verschaffen, so haben diejenigen, welche keine Angriffswaffen haben, immer gewisse Werkzeuge, mit denen sie sich vertheidigen können, oder Organe, welche ihnen zur schnellen Flucht behülflich sind. Jedes Thier aber hat seinen ihm allein zugehörigen bestimmten Wirkungskreis, und einem jeden ist sein eigener Boden, sein Wohnort, sein Clima und Element angewiesen.

Man sieht demnach leicht ein, daß alle diese verschiedenen Verhältnisse zu großen Mannichfaltigkeiten in den Kau- und Verdauungsapparaten, in der Organisation der Sinneswerkzeuge, in der Construction der Organe der Bewegung und des Ergreifens und in der allgemeinen Körperform, der diese verschiedenen Theile angepaßt werden sollten, Veranlassung geben müssen. Bei allen diesen Mannichfaltigkeiten treten uns aber immer dieselben Gesetze der Analogie entgegen, welche das Ganze zu einer Stufenreihe verbinden und alle diese vielförmigen Bildungen einer Hauptregel unterwerfen. Das gleiche Organ findet man immer an der zweckmäßigsten Stelle und in den schönsten Verbindungen mit den nebenliegenden Organen, sei es noch so sehr in Absicht auf Gestalt und Größe verändert, in dem einen nur wenig, in dem andern außerordentlich entwickelt; und dieß Gesetz bleibt sich gleich, ob wir fleischfressende oder pflanzenfressende Quadrupeden untersuchen, Bewohner des Wassers oder des Landes, der kalten oder heißen Zone, Thiere von colossaler oder enorm kleiner Größe.

Nehmen wir als Beispiel die Halswirbel. Es ist ein allgemeines Gesetz, daß dieser Theil der Wirbelsäule bei jedem, der Classe der Säugthiere angehörigen, Individuum nicht mehr und nicht weniger als sieben Wirbel zählt. Dieses Gesetz bleibt sich gleich, ob der Hals lang oder kurz ist, ob er, wie beim Elephanten und Maulwurf, auf einen engen Raum beschränkt, oder wie beim Pferd und Ochsen so verlängert ist, daß der Kopf bis auf den Boden herabgesenkt werden kann, oder ob er

eine ſo außerordentliche Länge hat, daß das Thier die Wipfel der Bäume zu erreichen vermag, wie dieß bei der Giraffe der Fall iſt — immer bleibt ſich die Anzahl der Halswirbel gleich. Iſt der Hals lang, ſo muß nothwendiger Weiſe jeder einzelne Wirbel in demſelben Verhältniß verlängert werden. So beſtehen daher bei der Giraffe die Halswirbel aus ſieben ſehr langen Röhren, die an den Enden miteinander verbunden, und deren Dornfortſätze ſehr wenig entwickelt ſind, weil ſie ſonſt der Biegung des Halſes im Wege ſtehen würden. Den größten Contraſt gegenüber von dieſer Bildung zeigt der Delphin und die Cetaceen überhaupt, an welchen äußerlich keine Spur eines Halſes zu entdecken iſt, deren Skelet aber ſieben Halswirbel beſitzt, die ganz eng auf einander angedrückt und außerordentlich dünn ſind, wobei ſie häufig aufs innigſte mit einander verwachſen (anchyloſiren)*); jeder der auf dieſe Weiſe gebildeten Wirbelknochen aber behält noch die Spuren an ſich, daß er urſprünglich ein für ſich beſtehender Wirbel war, ſo daß immer die Anzahl der urſprünglich vorhandenen Wirbel ſieben iſt, was man am deutlichſten bei ſehr jungen Individuen ſehen kann, wo die Anchyloſirung noch nicht ſo weit vorwärts geſchritten iſt **).

*) Beim Cachelot ſind dieſe ſieben Halswirbel zu einem einzigen Knochen verwachſen.

Die Seekuh, Trichechus manatus Lin. hat nur ſechs Halswirbel. Die Art, wie die Wirbel der Cetaceen verwachſen ſind, iſt verſchieden, bei Delphinus und Phocena ſind die beiden erſten verwachſen und nach Cuvier beim Cachelot nur die ſechs letzten. Siehe Cuvier, Leçons d'an. comp. Paris 1835. T. I. p. 176.

Anm. d. Ueberſ.

**) Den Bradypus tridactylus, oder das dreizehige Faultier, hielt man noch vor Kurzem für eine bemerkenswerthe Ausnahme von dieſem Geſetz, indem man behauptete, es habe ſtatt ſieben, neun Halswirbel. Man hat indeſſen nun gefunden, daß die beiden letztern dieſer Halswirbel, welche überzählig zu ſeyn ſcheinen, mit dem vollſten Recht zu den Rückenwirbeln gezählt werden können, indem ſie die hauptſächlichſten Charactere derſelben haben, und zwar nicht nur wegen der Geſtalt und Größe ihrer Querfortſätze, ſondern beſonders deßwegen, weil ſie kleine knöcherne Anhängſel haben, die mittelſt eines regelmäßigen Gelenkes an deren einem

§. 2. Cetaceen.

Die Familie der Cetaceen, deren Hauptrepräsentanten der Wallfisch, der Cachelot und der Narwhal sind, zeigen auf das deutlichste das Gesetz der Einförmigkeit in der organischen Bildung, und sind Beispiele von den am meisten elementarischen Formen des Typus der Säugthiere, von denen sie den früheſten Zeitraum der Entwicklung, oder den eines noch rudimentenartigen Zustandes darstellen. Auch hier, wie wir dieß schon früher fanden, haben wir diese ersten Elemente der Bildung bei den Bewohnern des Wassers zu suchen; denn wo wir auch bei unserm Fortschreiten durch das Thierreich an

---

Ende mit denselben in Verbindung stehen und auf das Genaueste in Absicht auf Gestalt und Lage Rippen entsprechen, so daß man sie als rudimentenartige Rippen ansehen kann. Diese kleinen Knochen wurden von Cuvier und Meckel als Anhängsel des neunten Halswirbels gefunden, und T. Bell hat neuerdings nicht nur die Beobachtungen dieser Anatomen bestätigt, sondern die weitere Entdeckung gemacht, daß ähnliche Rippenrudimente sich auch an den achten Halswirbel befestigen (siehe Philosophical magazine, third series, III, 376). Der Bradypus torquatus, von dem man sagte, er habe acht Halswirbel, weicht vielleicht, wenn man ihn genauer untersucht, ebensowenig von dem allgemeinen Gesetze ab, als der Bradypus tridactylus. Fälle von überzähligen Fortsätzen der Halswirbel und überzähligen Rippen fand man auch am menschlichen Skelet (siehe Edinburgh Medical and Surgical Journal, XI, 304.)

So viel uns bekannt ist, hat Bell seine Angaben nicht nach Cuvier und Meckel gemacht und von den Anhängseln oder Rippenrudimenten ist uns auch weder bei dem einen noch andern Anatomen eine Stelle bekannt. Cuvier sagt in seinen Leçons Tome I. p. 176 beinahe im Tone der Verwunderung: „il paraît que M. *Bell* possède des squelettes d'Aï qui n'ont, que sept cervicales“, und sagt, daß von seinem anatomischen Cabinete drei Exemplare neun, und das vierte acht Halswirbel habe; vielleicht gibt es nach seiner Ansicht zwei Gattungen des Bradypus tridactylus, davon die eine acht und die andere neun Halswirbel hat; und dieß hat vielleicht Meckel veranlaßt, diese acht Wirbel dem Bradypus torquatus zuzuschreiben. Meckel versichert, an zehn von ihm untersuchten gewöhnlichen Aï's immer zehn Halswirbel gefunden zu haben, und sagt nur als Vermuthung: „Vielleicht ist der untere Halswirbel des Aï mehr erster Rückenwirbel als Halswirbel. Das Gesetz der sieben Halswirbel hat also auch seine Ausnahmen, wozu noch ferner kommt, daß beim Manati (der Seekuh) nur sechs Halswirbel vorhanden sind, so daß die Zahl dieser Organe bei den Säugthieren zwischen sechs und neun in der Mitte stünde.“ Anm. d. Uebers.

eine neue Abtheilung kommen, so finden wir immer, daß die organische Entwicklung mit größerer Schnelligkeit vor sich geht und daß die Natur bei Wasserthieren Gebilde von größerm Umfange hervorzubringen vermag, als bei Landthieren. Die Ordnung der Cetaceen enthält bei weitem die größten Thiere, welche den Erdball bewohnen. Wie groß auch jene mächtigen Ungeheuer gewesen seyn mögen, welche sich einst in dem Schooße des uranfänglichen Oceanes bewegt, oder mit gigantischen Schritten die Ebenen des antediluvianischen Bodens durchmaßen, deren zerstreute Ueberbleibsel ein furchtbares Zeugniß von den Convulsionen einer frühern Welt abgeben, so bleibt doch gewiß, daß in der gegenwärtigen Zeit die Wallfische der nördlichen Gewässer die colossalsten lebenden organischen Gebilde sind, welche auf der Oberfläche des Planeten vorkommen.

Ein cursorischer Ueberblick über die Thiergattungen, welche dieser halb amphibienartigen Familie angehören, macht uns die Aehnlichkeit anschaulich, welche sie mit den Fischen haben; denn sie haben dieselbe ovale Körpergestalt, dasselbe compacte Ansehen des Rumpfes, welcher mit dem Kopfe ohne einen bemerkbaren Hals verbunden ist, dieselbe floßenähnliche Form der äußern Bewegungswerkzeuge, und ebenso einen über die Maßen ausgebreiteten und verlängerten Schwanz, welcher hier eben so gut, wie bei den Fischen, das vornehmlichste Bewegungsorgan ist. Trotz aller dieser Uebereinstimmung mit den Fischen in den äußern Characteren, zeigt aber ihre innere Organisation eine nach einem ganz veränderten Plan gebildete Einrichtung; denn ob sie gleich den Ocean bewohnen, sind ihre zum Leben nothwendigen Organe so eingerichtet, daß sie auch das Athmen der atmosphärischen Luft zulassen, ein Umstand, welcher von den wichtigsten Folgen für die Lebensweise dieser Thiere ist. Die Nothwendigkeit, Luft zu athmen, zwingt sie, in kurzen Zwischenräumen an die Oberfläche des Wassers sich zu erheben; und diese Luft, mit welcher die Lungen während der Respiration erfüllt werden, verleiht ihren Körpern die Schwimmkraft, welche zur Erleichterung dieses Aufsteigens erfordert wird und die An-

weſenheit einer Schwimmblaſe, die für die Fiſche von ſo großem Nutzen iſt, nicht nöthig macht.

Um die ſpecifiſche Schwere dieſer Thiere noch mehr zu verringern, verlieh ihnen die Natur eine große Menge einer öligen Flüſſigkeit, welche ſich unter der Haut anſammelt, wodurch zugleich dem Zwecke der Erhaltung der Lebenswärme des Körpers entſprochen wird. Beſonders an dem obern Theile des Kopfes befindet ſich dieſe leichtere Subſtanz in großer Menge, offenbar in der Abſicht, damit das Spritzloch, oder die Oeffnung der Rachenhöhle, welche ſich dort befindet, um ſo leichter der Oberfläche genähert werde*).

Eine andere Eigenthümlichkeit in der Bildung, worin die Cetaceen den Fiſchen ähnlich ſind, und welche offenbar mit dieſer eigenthümlichen Art zu athmen zuſammenhängt, iſt die Form des Schwanzes, welcher, anſtatt ſeitlich zuſammengedrückt zu ſeyn und, wie bei den Fiſchen, von einer Seite zur andern gebogen werden zu können, horizontal abgeflacht iſt und auf das Waſſer in verticaler Richtung wirkt, wodurch er dem Körper einen kräftigen Impuls gibt, ſey es nun nach oben, wenn das Thier an die Oberfläche gelangen will, um zu athmen, ſey es nach unten, wenn es untertauchen und ſo Gefahren entgehen will.

Alle weſentlichen und conſtant bleibenden Theile des Skeletes der Wirbelthiere, das heißt die Wirbelſäule und die unmittelbar mit ihr zuſammenhängenden Gebilde: der Schädel, der Schwanz und die Rippen, trifft man bei den Cetaceen an. Der Bruſtkorb dehnt ſich, beſonders beim Wallfiſch, weit nach vorn aus, und der Hals iſt ſo kurz, daß er kaum zu erkennen iſt; denn der Zweck dieſer Bildung iſt hier der, wie bei den Fiſchen, den Bewegungen des Schwanzes freien Spielraum zu laſſen und der Anheftung ſeiner Muskeln einen großen Raum zu geſtatten. Um dieſen Muskeln eine größere Gewalt und eine

*) Die Subſtanz, welche man Sperma Ceti nennt, findet ſich in Zellen, welche aus einer knorpelartigen Maſſe beſtehen, und auf dem obern Theile des Kopfes vom Cachelot vorkommen.

ausgedehntere Anheftungsstelle zu gewähren, sind die Querfortsätze der Rücken- und Lendenwirbel sowohl in die Länge als auch in die Breite sehr ausgedehnt, und führen, da ihre Lage eine horizontale ist, für die verticale Biegung der Wirbelsäule kein Hinderniß herbei. Aus demselben Grunde bilden die Rippen eine fortgesetzte Linie mit den Querfortsätzen und articuliren mit den Enden derselben; um dadurch dem Rumpfe eine noch größere Breite zu verleihen.

Da die hintern Extremitäten durchaus fehlen, so kommt durchaus keine Vergrößerung der Wirbel vor, die einem Kreuzbein entspräche; und die Schwanzwirbel sind eine ununterbrochene Fortsetzung der Brust- oder Lendenwirbel. Es finden sich aber bei denselben Theile, welche nur bei den Fischen und Reptilien vorkommen, nämlich Bögen, welche von innern Fortsätzen herrühren und innere Fortsätze, welche dieselben schließen und einer großen Schlagader zum Schutze und zur Bedeckung dienen *). Obgleich keine hintern Extremitäten vorhanden sind, so kommen doch an dem hintern und untern Theile des Rumpfes zwei kleine Knochen vor, welche in dem Fleische versteckt sind und mit der Wirbelsäule in keinem Zusammenhange stehen, offenbar Beckenknochen **) entsprechend, für deren Gegenwart man keinen andern Grund angeben kann, als die Tendenz, eine Analogie mit den entwickeltern Gebilden desselben Typus herzustellen.

Eine ähnliche Anhänglichkeit an das Gesetz der Gleichförmigkeit des Constructionsplanes aller Thiere, die zu derselben Classe gehören, zeigt aufs deutlichste die Bildung der vordern Extremitäten der Cetaceen, welche dem äußern Ansehen nach keine Aehnlichkeit mit dem Bein oder dem Fuß eines Säugthieres haben, indem sie das Ansehen von floßenähnlichen Gliedern

*) Diese Bögen bestehen blos aus Knorpelmaterie und gehen gewöhnlich verloren, wenn man die Knochen macerirt, um ein Skelet daraus zu machen.

**) Diese Knochen sind wahrscheinlich als Sitzbeine (ossa ischii) zu betrachten, weil der musculus ischiocavernosus sich daran befestigt. Herrn Prof. W. Rapp, in Tübingen, der viele Untersuchungen über diesen Gegenstand gemacht hat, verdanke ich diese Mittheilung. Anm. d. Uebers.

besitzen, die mit einer ovalen Oberfläche begabt sind, mit welcher das Thier das Wasser zusammendrücken kann; wenn aber die Knochen von der dicken Hülle, die sie umgibt und ihre wirkliche Form verbirgt, getrennt werden, so findet man (wie man in Fig. 149 sieht), daß sie dieselben Eintheilungen in Handwurzelknochen, Mittelhandknochen und Fingerglieder besitzen, wie sie bei den entwickelsten Organisationen, und zwar nicht nur bei den Quadrupeden, sondern beim Affen und sogar beim Menschen vorkommen.

§. 3. Amphibienartige Säugthiere.

Die kleine Thierfamilie, der Cuvier den Namen *Amphibia* gegeben hat und welche aus den Gattungen Phoca (der Seehund) und Trichechus (das Wallroß) bestehen, zeigt uns schon ein Vorwärtsschreiten in der Entwicklung der Glieder. Diese Thiere haben einen unterscheidbaren Hals, ein Becken und sowohl hintere als vordere Extremitäten. Beim Seehund erstrecken sich die Füße auf eine beträchtliche Länge nach hinten und liegen parallel an einander; wirken sie nun vereint, so daß das Thier sie abwechslungsweise erhebt und senkt, so haben sie ganz dieselbe Wirkung, wie der Schwanz der Cetaceen und machen, daß das Thier sich vorwärts bewegt; werden sie aber getrennt in Thätigkeit gesetzt, so wirken sie gleich Rudern. Das Wallroß hat viel entwickeltere Füße, die dabei in unterscheidbare Zehen abgetheilt sind, welche eine solche Richtung haben, daß sie nach hinten gegen das Wasser schlagen können.

§. 4. Von den vierfüßigen Säugthieren im Allgemeinen.

Von den wenigstens in Absicht auf die mechanischen Functionen ihres Körpers unvollkomnten entwickelten Säugthierfamilien, welche theils blos im Wasser leben, theils aber amphibienartig sowohl das Wasser als auch das Land abwechslungsweise zu ihrem Wohnort wählen, steigen wir nach und nach zu den mehr vollendeten vierfüßigen Säugthieren auf, welche besonders für den Aufenthalt auf dem Lande geschaffen sind. Bei diesen Thieren sind die Entwicklungskräfte nicht blos dazu verwendet,

zur Ausdehnung gewiſſer Gewebe beizutragen und die Maſſe des Körpergerüſtes oft zu ganz enormen Dimenſionen anzuſchwellen, ſondern eher darauf gerichtet, die Elemente der Organiſation in compacte Formen zu reduciren, die Kräfte derſelben zu concentriren, ſo daß zuletzt jene Harmonie der Thatkraft und jene Wirkſamkeit derſelben hervorgebracht wird, welche wir an den höhern Ordnungen der warmblütigen Quadrupeden entdecken.

Bei dieſen von der Natur begünſtigten Thierfamilien entdecken wir Beiſpiele von einer vollkommenen Entwicklung des Skeletes und der glücklichſten Anwendung der mechaniſchen Kraft. Wir haben geſehen, daß die Reptilien, vermöge der verhältnißmäßigen Kürze ihrer Glieder und der Torpidität ihrer Muskelkräfte, nur wenig für eine ſchnelle Fortbewegung geſchaffen ſind. Bei allen vollkommener gebildeten Quadrupeden, welche der Claſſe der Säugthiere angehören, iſt der Körper hoch über den Gliedern erhaben und hat daher einen größern Wirkungskreis in ſeinen Bewegungen, indem er einen gegebenen Raum mit weniger Schritten durchmeſſen kann.

Die Wirkung der Glieder, als Organe der fortſchreitenden Bewegung betrachtet, iſt eine doppelte. Erſtens haben ſie der Schwerkraft entgegenzuſtreben und das Gewicht des Körpers zu unterſtützen; und zweitens müſſen ſie dem Körper einen Impuls vorwärts geben. Wir wollen nun die Beziehungen einer näheren Betrachtung unterwerfen, welche jene Gebilde zu einer jeden dieſer Funktionen haben.

Die Glieder der vierfüßigen Säugthiere ſtellen vier Säulen dar, welche den Rumpf tragen, der horizontal über ihnen liegt; das ganze Gewicht des Körpers aber mit Einſchluß des Kopfes und des Halſes, liegt aber nicht gleich auf ihnen. Die vorderen Extremitäten haben in allen Fällen einen größeren Theil dieſes Gewichtes zu tragen, als die hinteren, und zwar aus zweierlei Urſachen; erſtens, weil der vordere Theil des Rumpfes an und für ſich ſchwerer iſt, als der hintere, und zweitens, weil zu jenem noch das Gewicht des Kopfes und des Nackens kömmt. Daher müſſen in der gewöhnlichen Stellung die Stücke, aus welchen die vorderen Glieder zuſammengeſetzt ſind, nothwendiger Weiſe

mehr in einer geraden Linie ſtehen, als die der hinteren Glieder; denn die Tragkraft einer Säule iſt um ſo größer, je mehr ſie ſich der perpendiculären Lage nähert. Die hinteren Glieder ſind genau aus derſelben Anzahl von Abtheilungen zuſammengeſetzt, allein die einzelnen Theile derſelben ſind gewöhnlich länger, als die der vorderen Extremitäten, und daher würden ſie, wenn ſie eine verticale Lage hätten, den hinteren Theil des Körpers in Vergleich mit dem vorderen zu einer großen Höhe emporheben. Dieſem Uebelſtand iſt dadurch abgeholfen, daß ſie abwechslungsweiſe mit einander unter beſtimmten Winkeln in Verbindung ſtehen. Da das Becken bei ſeiner Verbindung mit dem Kreuzbein ſich nach hinten erſtreckt und in ſeine Gelenkspfanne den Oberſchenkel aufnimmt, ſo mußte natürlich dieſer nach vorwärts gerichtet werden; das Schien- und Wadenbein ſodann, welches die Knochen des Unterſchenkels ausmachen, mußten, um mit den Knochen des Fußes in Verbindung zu treten, eine Richtung nach hinten bekommen; und der Fuß ſeinerſeits mußte wieder ſeiner ganzen Länge nach von der Ferſe bis zu den Endigungen der Zehen ſich nach vorwärts erſtrecken. Vergleichen wir nun die Stellungen der ſich entſprechenden Abtheilungen der hinteren und vorderen Extremitäten, ſo können wir beobachten, daß ſie ſich in ihren Biegungen ganz auf die entgegengeſetzte Weiſe verhalten; denn bei den vorderen finden wir, wenn wir die Reihenfolge der Knochen von der Wirbelſäule an verfolgen, daß das Schulterblatt (welches den Beckenknochen der hinteren Extremitäten entſpricht) vorwärts gerichtet iſt, das Oberarmbein nach hinten, Ellenbogen und Speiche, die den Vorarm bilden, wieder nach vorn und der Vorderfuß nach hinten gebogen wird; Stellungen, welche genau das Widerſpiel von den entſprechenden Knochen des hinteren Fußes ſind. *)

*) Der Grund, warum die Theile der Hinterbeine unter den angegebenen Winkeln, die Vorderbeine aber gerade geſtellt ſind, ſcheint uns folgender zu ſeyn. Die Hinterbeine ſtehen mit der Wirbelſäule mittelſt einer Art Anchyloſe oder einem ſtraffen Gelenk (zwiſchen dem Darmbein und Kreuzbein) in Verbindung, die Vorderarmbeine blos durch Weichtheile, indem das Schulterblatt bei keinem Thiere mit der Wirbelſäule articulirt und das Schlüſſelbein mit wenigen Ausnahmen fehlt. Damit nun die Kraft des Stoßes gemildert werde, hat die Natur jene Winkel angebracht, um das Rückenmark vor Erſchütterungen zu bewahren. Ein weiterer Grund iſt folgender. Beim Gehen kommen zweierlei Thätigkeiten vor, das Erheben

Das Gewicht des Körpers muß in Folge der Verschiedenheit der Richtung in den Winkeln der sich entsprechenden Glieder, während das Thier auf seinen Beinen steht, immer das Bestreben haben, ein jedes Glied zu biegen; ein Bestreben, welches durch die Thätigkeit der Muskeln, die auf der äußeren Seite eines jeden dieser Winkel liegen, aufgehoben werden muß. Diese Muskeln sind die Ausstreckemuskeln (Extensoren) der Gelenke; das heißt diejenigen Muskeln, die die Wirkung haben, die Theile des Winkels in eine gerade Linie zu bringen. In der That ist es auch mehr die Thätigkeit der Muskeln und nicht nur blos die Starrheit derselben, vermöge deren das Glied das Gewicht des auf ihm liegenden Körpers trägt. Es ist klar, daß, um dieß auszuführen, eine größere Muskelkraft erforderlich ist, wenn die Gelenke gebogen, als wenn sie bereits gestreckt sind; und da die Vorderfüße schon von Natur so gebildet sind, so ist auch eine geringere Kraft vornöthen, um sie in ihrer betreffenden Stellung zu erhalten, als bei den Hinterfüßen.

Ein Beispiel von der vollkommensten verticalen Stellung der Knochen der Extremitäten gibt uns der Elephant. Um das ungeheuere Gewicht seines Körpers zu tragen, haben die Glieder desselben die Gestalt von vier massiven Säulen, davon die einzelnen Knochen beinahe in perpendiculären Linien mit einander in Verbindung stehen. Dadurch wird sein Körper fast ohne alle Muskelthätigkeit getragen; und das aufrechte Stehen ist

---

des Körpers und das Fallen desselben; die Hinterbeine haben nun vornehmlich den Körper zu erheben und die Vorderfüße denselben beim Fallen zu unterstützen. Eine feste Vereinigung der ersteren war daher nothwendig, weil der größte Theil des Körpergewichtes sich auf dieselbe stützt, und nicht minder war die natürliche Biegung der Gelenke von Nutzen, weil durch die Streckung derselben das Aufheben um so leichter geschehen konnte, sowie durch das Einwärtsbiegen des Unterfußes derselben dem Schwerpunkt des Körpers näher gerückt ward. Auf diese Weise wird den Vorderfüßen allein das auf ihnen lastende zu große Gewicht entzogen, so wie sie ihrerseits durch ihre geradere Stellung sichere Stützen beim Fallen abgeben und dadurch, daß sie blos durch Weichtheile mit dem übrigen Skelete in Verbindung stehen, so wie durch ihre (freilich geringere) Winkel an ihrem obern Ende die Erschütterung vermeiden, die nothwendig erfolgen müßte, wenn der Vorderfuß in einer knöchernen Verbindung mit dem Körper stünde. Eine auch nur oberflächliche Besichtigung eines Skeletes von einem unserer flüchtigeren Thiere, wie vom Hund oder Pferd, wird das Gesagte zur völligsten Evidenz erläutern. Anm. d. Uebers.

für dieſes Thier daher ein Zuſtand ſo vollkommener Ruhe, daß es oft in dieſer Stellung ſchläft. Vor einigen Jahren war in der Menagerie zu Paris ein Elephant, welcher, obgleich er durch eine Zehrkrankheit außerordentlich geſchwächt war, ſich, den Tag ausgenommen, an welchem er ſtarb, niemals niederlegte. Als ſeine Schwäche ſich aufs Höchſte geſteigert hatte, ſchien ihm die Unterſtützung ſeines Kopfes die meiſte Mühe zu machen; und um die Nackenmuskeln, welche bereits durch das Tragen deſſelben ſehr angegriffen waren, zu erleichtern, nahm er die Gewohnheit an, durch Zuſammenziehen aller Quermuskeln des Rüſſels denſelben perpendiculär gegen den Boden auszudehnen und ſich auf dieſe Weiſe eine verticale Stütze für den Kopf zu gewinnen. Faſt bei den meiſten anderen Quadrupeden hingegen erfordert das Stehen, ob es gleich ein Zuſtand theilweiſer Ruhe iſt, aus den bereits angegebenen Gründen einen gewiſſen Grad von Muskelthätigkeit; daher ſie auch nur dann einer vollkommenen Ruhe genießen können, wenn ſie den Körper ganz auf den Boden legen.

Die Geſtalt der hinteren Extremitäten, welche, wie wir geſehen haben, nicht ſo in dem Grade für die einfache Unterſtützung des Rumpfes berechnet iſt, beſitzt im Gegentheil die Fähigkeit, dem Körper jene Impulſe mitzutheilen, welche gerade das Mittel ſind, wodurch der Körper vorwärts bewegt wird. Die Natur dieſer Bewegungen und die Ordnung, in welcher ſie auf einander folgen, ſind verſchieden, je nach der beſonderen Art von Bewegung, welche das Thier ausführen will, je nachdem es mehr oder weniger Eile nöthig hat, und nach den ſonſtigen beſonderen Abſichten, die es mit der Gangart erreichen will. Die Gangart, welche man gewöhnlich bei einem Quadrupeden unterſcheidet, ſind: der Schritt, der Trott, der Gallop, der Paß und der Sprung.

Bei dem langſamen Schritt wird nur immer ein einziger Fuß in demſelben Moment von dem Boden aufgehoben, ſo daß zu Unterſtützung des Gewichtes des Körpers ſtets drei feſte Stützpunkte vorhanden ſind. Indem, wie es gewöhnlich der Fall iſt, der Schwerpunkt nahezu auf dem Mittelpunkte

der viereckigen Basis, welche von den auf dem Boden aufstehenden Füßen gebildet wird, sich befindet, so hat die erste Bemühung des Fortschreitens bei einem Quadrupeden nur den Schwerpunkt vorwärts zu schieben. Dieß wird dadurch erreicht, daß das Thier einen seiner Hinterfüße gegen den Boden stemmt, welcher alsdann, weil der Boden, auf den er sich stützt, unnachgiebig ist, der Stützpunkt für die erste Bewegung wird. Nun werden die Ausstreckemuskeln des Gliedes in Bewegung gesetzt, um dem Körper einen Impuls vorwärts zu geben. Sobald dieser Impuls gegeben ist, erschlaffen sogleich die Muskeln, welche in Thätigkeit waren, und das Bein wird durch die Wirkung der Beugemuskeln von der Erde aufgehoben, vorwärts gebracht und nahe bei dem Vorderfuß derselben Seite niedergesetzt. Nachher wird dieser Vorderfuß erhoben und vorwärts gebracht, und alsdann folgt dieselbe stufenweise Aufeinanderfolge von Bewegungen in dem Hinter- und Vorderfuß der andern Seite.

Bei einer aufmerksamen Untersuchung der Bedingungen und Verhältnisse dieser auf einander folgenden Stellungen der Füße kann man bemerken, daß bei allen Veränderungen, welche in den Unterstützungspunkten vorkommen, der Körper beständig seine ihm eigene Lage beibehält. Es ist eines der ersten Gesetze in der Mechanik, daß, wenn man einen Körper auf einer gegebenen Basis sicher befestigen will, eine verticale Linie, welche von dem Schwerpunkt desselben auf den Boden gezogen wird, in diese Basis falle. Während das Thier steht, so bilden die Füße eine viereckige Basis und eine vom Schwerpunkte seines Körpers aus gefällte senkrechte Linie fällt in den Mittelpunkt dieser Basis, oder besser aus oben angegebenen Gründen, in den meisten Fällen auf einen etwas vor diesem Mittelpunkt gelegenen Punkt. Während der hintere Fuß sich von dem Boden zu erheben beginnt, wird zwar der Schwerpunkt vorwärts geschoben, bleibt aber immer innerhalb der durch die drei anderen Füße gebildeten und nun in ein Dreieck verwandelten Basis. Wird jener Hinterfuß niedergesetzt, während der ihm entsprechende (diagonale) Vorderfuß erhoben wird, so entsteht

wiederum eine neue dreieckige Basis, die durch die beiden Hinterfüße (den erst niedergesetzten und den noch nicht aufgehobenen) in Verbindung mit dem einen Vorderfuß gebildet wird. Die Schwerpunktslinie fällt nun wiederum auf dieses neue Dreieck und der Körper wird von den drei angegebenen Füßen unterstützt. Der Vorderfuß kann sodann, ohne daß der Körper seine stetige Lage veränderte, vorwärts gesetzt werden; nachher wird er aber wieder hingesetzt, wodurch von neuem eine viereckige Basis mit den anderen Füßen gebildet wird, und die Schwerpunktslinie kommt also wieder auf den Mittelpunkt dieser neuen Basis zu liegen. In demselben Augenblicke aber wird der Schwerpunkt wieder durch den andern Hinterfuß vorwärts getrieben, welcher seinerseits nun in Thätigkeit gesetzt wird und auf der andern Seite dieselbe Reihenfolge von Bewegungen durchmacht, wodurch dieselben Veränderungen hervorgebracht werden, die oben angeführt worden sind. Auf diese Weise kommt während des ganzen Actes des Schreitens das Thier niemals in Gefahr zu fallen, denn wenn auch ein Fuß von dem Boden aufgehoben wird, so sind die anderen drei Füße immer so gestellt, daß sie eine feste Unterstützungsbasis bilden.

Beim schnellen Schritt geschieht es häufig, daß das Thier den Vorderfuß der einen Seite etwas früher erhebt, als der Hinterfuß derselben Seite den Boden berührt. Dieß kann man aus den Eindrücken (Fährten) erkennen, welche von dem letzteren auf der nämlichen Stelle oder sogar etwas vor derselben erzeugt werden, wo die Fährte des Vorderfußes war. Das Thier wird somit einige Zeit blos von zwei Füßen getragen, dieß ist aber ein so kurzer Augenblick, daß davon kein bemerkbarer Einfluß auf die Stetigkeit der Bewegung des Körpers ersichtlich ist.

Da die abwechselnden Impulse, welche durch die auf einander folgenden Schritte der beiden hinteren Füße dem Schwerpunkte mitgetheilt werden, schief (diagonal) sind, so wird dadurch ein geringer Grad einer wellenförmigen Bewegung veranlaßt, wobei zu bemerken ist, daß diese Bewegungen blos seitliche (horizontale) Wellenlinien sind.

Der Trott (Trab) besteht aus mehr oder weniger schnell

auf einander folgenden kurzen Sprüngen, welche durch die diagonal sich entgegenstehenden Füße ausgeführt werden. Man unterscheidet den kurzen Trab und den gestreckten. Bei dem ersteren erhebt sich zugleich der rechte Vorderfuß und der linke Hinterfuß und umgekehrt, so daß die aufgehobenen Füße den Boden in demselben Moment erreichen, in welchem die entsprechenden anderen Fußpaare denselben verlassen, so daß das Thier immer noch mit zwei diagonal entgegengesetzten Füßen den Boden berührt. Beim gestreckten Trabe aber erhebt sich das letztere Fußpaar, ehe das erste auf den Boden zu stehen kommt, so daß während einer kleinen Zeit alle vier Füße in der Luft schweben. Die wellenförmigen Bewegungen sind daher zugleich horizontal und vertical, doch im letzteren Falle mehr vertical und nicht so sehr seitlich wie beim Schritt.

Der Gallop ist eine ganz eigenthümliche Gangart und theilt sich ab in den eigentlichen Gallop und den Rennlauf (Carrière). Beide Gangarten bestehen aus auf einander folgenden Sprüngen, welche aber auf verschiedene Weise ausgeführt werden. Beim eigentlichen Gallop beginnt entweder der rechte oder der linke Hinterfuß, je nachdem das Thier entweder rechts oder links gallopirt, sich auf dem Boden durch einen kurzen Schritt nach vorwärts anzustemmen, hierauf erheben sich alle anderen drei Füße, so daß das Thier einen Moment hindurch blos auf dem einen Hinterfuß ruht, sodann wird, wenn das Thier auf dem linken Hinterfuß ruhte, der rechte Hinterfuß und der linke Vorderfuß auf den Boden gesetzt, und zuletzt folgt der rechte Vorderfuß, auf welchen wieder der linke Hinterfuß folgt, um einen neuen Sprung in dieser Art zu gewinnen. Es ist hieraus der dactylische Rhytmus, den die Hufschläge für das Ohr haben, ersichtlich. Bei dem Niedersetzen der diagonalen Füße in demselben Tempo hört man einen kräftigen langtönenden Schlag, während die beiden andern diagonalen Füße in zwei kurzen auf einander folgenden Tempo's nachfolgen. Zugleich ist zu bemerken, daß durch das momentane Ruhen des Thieres auf einem Fuß dem ganzen Körper eine etwas schiefe Richtung gegeben wird, welche sich, je nachdem dieß der rechte oder linke ist, verändert. *) Der

*) Die Darstellung des Gallops ist bei Roget so unvollkommen gegeben, daß wir uns erlaubt haben, einiges beizusetzen. Anm. d. Uebers.

Rennlauf unterſcheidet ſich dadurch, daß er in einer Reihenfolge von längeren Sprüngen beſteht, welche durch die hinteren Füße zugleich ausgeführt werden. In dieſem wie im vorigen Fall wird der Schwerpunkt höher von dem Boden erhoben und mit der größten Schnelligkeit in einem Bogen vorwärts geſchleudert.

Im Paß werden die beiden Füße einer Seite zugleich erhoben, ſo daß die Impulſe, welche dem Thiere dadurch verliehen werden, weit mehr auf die Seiten gerichtet ſind, als bei jeder anderen Gangart, und daher der Körper ſtarke wellenförmige Bewegungen von einer Seite zur andern erhält.

Eine weitere Gangart, welche häufig von Thieren ausgeführt wird, iſt endlich der Sprung (die Capriole); ſie entſteht dadurch, daß das Thier mit allen vier Füßen zugleich auf den Boden ſtößt und ſich daher zu einer beträchtlichen Höhe erhebt. Sie beſteht daher, wie der Rennlauf, aus einer Reihe von Sprüngen, deren Richtung aber gerade in die Höhe geht, weil alle Füße gleichmäßig mitwirken.

Die Natur hat den verſchiedenen Thiergattungen vorſätzlicher Weiſe ſehr verſchiedene Fähigkeiten zur Ausführung ihrer fortſchreitenden Bewegungen verliehen, indem ſie die Länge der einzelnen Theile des Rumpfes und die Größe und Beweglichkeit der Extremitäten auf mannichfache Weiſe abänderte. Unter allen größeren Säugthieren iſt der Löwe in Abſicht auf ſeine Körperverhältniſſe am beſten dazu eingerichtet, um Stärke mit Schnelligkeit zu vereinen. Die Maſſe ſeines Körpers ruht mehr auf den vorderen als auf den hinteren Extremitäten. Beim Gehen nimmt er weite Schritte, und zeigt ſehr deutlich die ſeitlichen Wellenbewegen ſeines Körpers.

Quadrupeden, welche einen ſehr geſtreckten oder ſehr voluminöſen Körper haben, oder deren Glieder kurz und von gleicher Höhe ſind, können nicht im Gallop laufen oder wenigſtens dieſe Gangart nicht ohne große Mühe und nur auf auf kurze Strecken aushalten. Der Tiger, welcher einen geſtreckteren Körper hat, als der Löwe, gallopirt mit weniger Leichtigkeit und bewegt ſich nur mittelſt eines ſchnelleren Schrittes. Er zeichnet ſich beſonders durch die Kraft und Größe ſeiner Sprünge aus, welche er

vermöge der erstaunlichen Kraft seiner Muskeln auszuführen im Stande ist, in Folge deren er mit einer Gewalt auf sein Schlachtopfer loszuspringen vermag, der nichts widerstehen kann.

Die Schnelligkeit, mit welcher ein vierfüßiges Thier sich bewegen kann, hängt mehr von der Disposition seiner Muskeln und von der Einrichtung seiner Gelenke, und ganz besonders von der Kraft der Ausstreckemuskeln seiner hinteren Extremitäten als von der Gestalt seines Körpers ab. Große Länge und Muskelkraft der Hinterfüße ist gewöhnlich mit einer beträchtlichen Sprungkraft verbunden. Davon geben der Sprunghase (Jerboa) Kängguruh (Halmaturus) Beispiele — Thiere, welche wegen der unverhältnißmäßigen Kürze ihrer Vorderfüße durchaus unfähig sind, im Schritte zu gehen und auf demselben Grunde nicht im Geringsten schnell laufen können. Nur dann, wenn er an einer steilen Anhöhe hinanklettern will, kann der Springhase alle seine Glieder gebrauchen; will er aber hingegen an derselben hinabgehen, so gebraucht er nur seine Vorderfüße und schleppt die hintern nach. Werden diese Thiere aber verfolgt, so können sie lange Zeit hindurch Sprünge von neun Fuß machen, die sie auch so schnell zu wiederholen im Stande sind, daß die Kosacken auf ihren schnellsten Pferden sie nicht zu erreichen vermögen.

Das Känguruh setzt fast bei allen seinen Bewegungen seinen kräftigen Schwanz in Thätigkeit, welcher mit sehr starken Muskeln versehen ist und als ein fünfter Fuß betrachtet werden kann. Er unterstützt das Thier bedeutend bei seinen Sprüngen und trägt während desselben dazu bei, in Verbindung mit den hinteren Extremitäten das Gewicht des Körpers zu tragen, so daß die ganze Maschine wie auf einem Dreifuße ruht und die Vorderfüße frei läßt, die alsdann als Arme benützt werden können.

Der Hase und das Kaninchen geben uns noch weitere Beispiele von einer ungewöhnlichen Länge der hinteren Extremitäten, wodurch diese Thiere nicht im Stande sind zu gehen, sondern sich blos durch auf einander folgende Sprünge vorwärts bewegen können. Man kann in der That annehmen, daß der Hase mit seinen Vorderfüßen nur geht, während er mit den Hinterfüßen

hüpft oder gallopirt; dieser Nachtheil wird aber hinlänglich durch die erstaunliche Schnelligkeit aufgehoben, mit welcher er laufen kann, wenn er sich zur größten Eile anspornt.

Thiere wie der Hase, bei welchen wegen der größeren Länge der hinteren Gliedmaßen die hintere Hälfte des Körpers höher ist, als die vordere, laufen eine Anhöhe hinan leichter, als auf ebenem Boden. Wollen sie aber eine Anhöhe hinabgehen, so müssen sie eine schiefe oder zickzackförmige Richtung in ihrem Laufe annehmen, sonst würden sie in die Gefahr kommen, sich zu überstürzen, wie dieß zuweilen beim Aguti und dem Meerschweinchen der Fall ist, wenn sie einen Hügel hinablaufen wollen.

Das Faulthier, welches die Bestimmung hat, mit großer Ausdauer Baumäste zu erklettern, bietet gegenüber von den Thieren, die wir so eben betrachtet haben, einen merkwürdigen Gegensatz dar, indem seine Vorderfüße bedeutend länger sind, als seine Hinterfüße, daher die Langsamkeit seiner Bewegungen herrührt, die zum Sprichwort geworden ist. Die eigenthümliche Ausbildung seiner Muskelkräfte ist wahrscheinlich eine Folge von der eigenthümlichen Art, wie sich die Schlagadern in seinen Extremitäten vertheilen, davon ich bei einer andern Gelegenheit sprechen werde.

Bei der Giraffe sind ebenfalls die vorderen Füße viel länger, als die hinteren Füße. Der Zweck dieser Einrichtung war wahrscheinlich der, den vorderen Theil der Wirbelsäule so hoch als möglich zu stellen, damit der Kopf recht hoch erhoben werden könne; zugleich aber auch, um der ganzen Wirbelsäule eine in hohem Grade schiefe Lage zu geben, damit das Gewicht des Kopfes und des langen Nackens so gleich wie möglich auf alle vier Füße vertheilt werde, denn die Länge des Halses ist bei diesem Thiere vollkommen gleich mit der des Rumpfes. Es ist klar, daß, wenn der Körper die gewöhnliche Lage hätte, die vorderen Extremitäten das ganze ungeheure Gewicht des Halses und Kopfes allein zu tragen hätten. Aus dieser eigenthümlichen Körperbildung gehen aber beträchtliche Modificationen in Absicht auf die Art der Bewegung dieses Thieres hervor. Die gewöhn-

liche Gangart der Giraffe ist der Paß; jedoch hat sie auch eine langsamere schrittartige Gangart, so wie sie zuweilen gallopirt. Die wellenförmige Bewegung ihres Körpers während des Passes ist oft so bedeutend, daß es das Ansehen hat, als ob das Thier halb lahm wäre. Eine ähnliche Art von scheinbarem Lahmgehen, welche von derselben Ursache herrührt, nämlich von der unverhältnißmäßigen Erhebung des vordern Theiles der Wirbelsäule, hat man bei der Hyäne beobachtet.

§. 5. Wiederkäuer.

Indem wir die Reihen der Säugthiere in derjenigen Ordnung verfolgen, welche uns die Entwicklungsstufen am besten zu bezeichnen scheint, kommen wir nun zu denjenigen, deren Verdauungsorgane besonders dazu eingerichtet sind, ausschließlich aus dem Pflanzenreiche die Nahrung zu schöpfen. Die erste Thierreihe, welche sich unter diesen Pflanzenfressern unserm Auge vornehmlich aufdrängt, ist die Familie der Wiederkäuer (Ruminantia), welche ganz ausschließlich von Pflanzen leben. Ueberall, wo die Erde mit Vegetation bedeckt ist, haben diese Thiere keine besondere Geschicklichkeit nöthig, um das reichliche Futter, das im Ueberfluß unter ihren Füßen ausgebreitet liegt, zu ergreifen und zu verzehren. Von einer Weide sich zu einer andern bewegen, fressen, und der Ruhe pflegen — dieß macht den friedlichen Lebenslauf dieser Thiere aus, und ist hinreichend, um die Hauptbedingung ihrer Existenz zu erfüllen. Die ganze Bildung ihres Skeletes, und besonders die Conformation derjenigen Theile, welche zu den Extremitäten gehören, ist auch auf die Erfüllung dieser Thätigkeiten berechnet. Die vordern Extremitäten haben keine andere Function zu erfüllen, als das Gewicht des vordern Theiles des Körpers zu tragen und die Fortbewegung desselben zu vermitteln; daher findet man auch an denselben jene weniger complicirte Gelenkseinrichtung und jene vielfachen Verwachsungen der Knochen, welche die Structur derselben so sehr vereinfachen und so viel zur Stärke derselben beitragen.

Ob sie gleich niemals durch den Hunger dazu getrieben werden, blutige Streite anzufangen, so sind sie doch den Angriffen

mancher wilder und gut bewaffneter Gegner ausgesetzt und besitzen dabei in vielen Fällen durchaus nicht die gehörigen Vertheidigungsmittel; ihr einziges Hülfsmittel ist daher, der Gefahr durch schnelle und jähe Flucht zu entgehen. Die Natur scheint auch in jeden Theil dieser Thiere solche Verhältnisse gelegt zu haben, daß dadurch diesem Zwecke entsprochen werde; denn unter den Wiederkäuern findet man die flüchtigsten Säugthierfamilien, wie die Gäzelle, die Antilope und den Hirsch, Thiere, welche in Absicht auf Körperbildung die größte Vollendung zeigen, welche bei dieser Thierfamilie möglich ist. Es ist zu bemerken, daß bei diesen Thieren diejenigen Theile, aus welchen die Hinterfüße bestehen, länger und unter spitzigern Winkeln mit einander verbunden sind, als in andern Säugthierfamilien, so daß sie immer bereit sind, ihre Flucht in jedem Augenblick zu beginnen und auf die geringste Andeutung der Gefahr fortzuspringen.

Da die Lage ihres Futters erforderte, daß der Kopf dieser Thiere den Boden beim Grasen erreichen könne, so finden wir bei ihnen einen sehr langen Hals, zugleich aber sehr große und starke Muskeln, welche zur Erhebung des Kopfes dienen, und damit denselben hinreichende Befestigungspuncte verliehen würden, am Rücken und Halse sehr bedeutend hervorragende Dornfortsätze. Erwägen wir, daß der Kopf mittelst eines sehr langen Hebelarmes (denn ein solcher wird durch den langen Hals gebildet) auf den Rumpf wirkt und daher das Gewicht desselben bedeutend ist, so muß die Kraft, welche erfordert wird, um ihn zu erheben, sehr beträchtlich seyn. Um aber die Muskelkraft zu sparen, hat die Natur den Muskeln ein elastisches Band beigegeben, um das Gewicht des Kopfes theilweise zu tragen. Dieses Band, welches das Nackenband (Ligamentum nuchæ) genannt wird, sieht man bei N, Fig. 150; es besteht aus einer größern Anzahl von Bändern, welche am Nackenfortsatz des Hinterhauptbeines entspringen, Köpfe von allen Dornfortsätzen der Halswirbel enthalten und an den Dornfortsätzen der Rückenwirbel endigen, wodurch diese Theile auf das Genaueste mit einander verbunden werden; indem die einzelnen Theile sich nach und

nach verbinden, so daß ein einziges Band von großer Länge und Stärke entsteht. Es ist in seiner Structur darin von gewöhnlichen Bändern verschieden, daß es außerordentlich elastisch ist, so daß es nachgibt, wenn das Thier den Kopf senkt und die Aufhebemuskeln desselben in ihrer Wirkung bedeutend unterstützt. Beim Hirsch und Stier, welche mit ihren Köpfen bedeutende Stöße ausführen können, sind die Muskeln, welche diese Bewegungen vermitteln, namentlich bei den Männchen, die mit Geweihen oder Hörnern versehen sind, besonders stark und die Dornfortsätze des Rückens ausgezeichnet hervorragend. In der Lendengegend sind hingegen die Querfortsätze sehr breit und dienen dazu, den Muskeln, welche sich an dieselbigen festsetzen, eine kräftige mechanische Unterlage zu gewähren.

Der Brustkorb der wiederkäuenden Quadrupeden ist auf den Seiten zusammengedrückt, um den Bewegungen der vordern Extremitäten einen freien Raum zu gestatten; das Brustbein (Sternum) ragt dabei hervor, so daß es mit dem Kiele eines Schiffes einige Aehnlichkeit hat. Die Knochen der vordern Extremität stehen mit dem übrigen Skelete durchaus in keiner knöchernen Verbindung, indem kein Knochen vorhanden ist, der sich mit einem Schlüsselbein vergleichen ließe, sondern sie sind mit der Wirbelsäule und den Rippen blos durch Bänder und Muskeln verbunden, so daß der vordere Theil des Rumpfes nur durch die Anheftungen der Muskeln zwischen den vordern Extremitäten aufgehängt ist. Dieß ist aber nicht der Fall mit den hintern Extremitäten, deren Knochen mit dem Becken in Verbindung stehen, welches seinerseits sich an das Kreuzbein befestigt und sich nach hinten und unten erstreckt, zugleich aber eine tiefe, halbkugelförmige Höhle zeigt, in welcher der runde Kopf des Oberschenkelbeines (Backbeines) articulirt. Die Darmbeine und Schulterblätter sind große und breite Knochen, die Muskeln von großer Länge und Stärke zum Anheftungspunct dienen, und daher den Theilen, die sie bewegen, eine größere Schnelligkeit mitzutheilen im Stande sind, als dieß durch Muskeln von derselben Stärke aber von kürzern Fasern hätte geschehen können.

Das Oberarmbein vorn und das Oberschenkelbein hinten sind

beide so kurz, daß sie bei oberflächlicherer Betrachtung einen Theil des Rumpfes auszumachen scheinen, indem sie durch die großen Muskeln, welche sie mit dem Körper verbinden, gänzlich eingehüllt und verborgen werden. Da die Schlüsselbeine fehlen, so sind die Köpfe der beiden Oberarmbeine einander sehr genähert, so daß sie so viel wie möglich sich gerade unterhalb des Gewichtes befinden, das der Körper zu tragen hat.

Das Ellenbogenbein und die Speiche, welches die beiden Knochen sind, aus denen der Vorderarm besteht, sind in einer frühern Lebensperiode zwar bei diesen Thieren von einander getrennt, verwachsen aber später zu einem einzigen Knochen. Diese Vereinigung beginnt an dem untern Ende derselben und erstreckt sich bis auf eine kurze Strecke von der Spitze, wo man die Trennung derselben noch immer dadurch bemerken kann, daß die Fortsätze, welche das Ende des Knochens bilden, mittelst einer unterscheidbaren Naht mit einander verbunden sind. Diese Vereinigung der beiden genannten Knochen hat zwar zur Folge, daß dieselben sich nicht ihrer Längenachse nach um einander bewegen können, aber im Gegentheile wird dadurch dem Gelenke eine größere Festigkeit verliehen; eine Absicht, welche in der Structur des ganzen Gliedes die Oberhand zu haben scheint. Derselbe Vereinigungsproceß findet an dem Hinterfuß zwischen dem Unterschenkelbein und dem Wadenbein statt, welche so genau vereint sind, daß man kaum eine Spur einer frühern Trennung an denselben wahrnehmen kann.

Das Hand- und Fußwurzelgelenk (auch vorderes und hinteres Kniegelenk fälschlicher Weise genannt) ist ziemlich begrenzt und besteht aus einer kleinern Anzahl von Knöchelchen, als man gewöhnlich in diesen Gelenken antrifft*). Die Vereinigung und Befestigung der einzelnen Knochentheile sieht man noch deutlicher in den folgenden Abtheilungen der Glieder, in denjenigen Knochentheilen nämlich, welche die Mittelhandknochen (metacarpus)

*) Was die Zahl der Sprunggelenksknochen der Wiederkäuer betrifft, so finden sich, wie beim Menschen, sieben; nur bei den Vorderfußwurzelknochen findet eine Abweichung statt, indem der dem os multangulum majus des Menschen entsprechende Knochen fehlt. Anm. d. Uebers.

der vorderen, und der Mittelfußknochen (metatarsus) der hintern Extremität ausmachen. Bei diesen beiden Theilen finden wir die Einrichtung, daß sie nicht, wie bei den fleischfressenden Säugthieren, und überhaupt bei den höher entwickelten, aus fünf Knochen bestehen, sondern blos aus einem einzigen, welchen man das Schienbein nennt. In den frühern Ossificationsperioden aber bestehen sie aus zwei schmalen Knochen, welche dicht und parallel aneinander liegen; nachher aber werden sie durch Ablagerung einer knöchernen Materie, welche den Zwischenraum zwischen denselben ausfüllt, verbunden, und hinterlassen durchaus keine Spur von einer Naht *). Je mehr das junge Thier erstarkt, desto inniger wird die Vereinigung dieser beiden Knochen, namentlich dadurch, daß die Scheidewand, welche dieselben trennt, nach und nach aufgesogen wird; so daß am Ende nur ein Glied vorhanden ist, welches eine einzige Höhle in seinem Mittelpuncte hat, die mit Mark ausgefüllt wird.

Das Schienbein ist sowohl an der vordern als auch an der hintern Extremität sehr lang, so daß die Hand- und Fußwurzel, welche eigentlich die Anfänge des wahren Fußes sind, bedeutend hoch über dem Boden liegen. Es ist ein gewöhnlicher Mißgriff, welche von der Höhe dieser Gelenke herrührt, daß man sie, wie der gewöhnliche Sprachgebrauch will, als die Füße des Thieres betrachtet. Die oberflächlichste Ansicht des Skeletes zeigt uns aber hinlänglich, daß das, was man am Vorderfuß gewöhnlich Knie nennt, nichts anderes als das ist, was man die Handwurzel beim Menschen heißt, eine Vorderfußwurzel; und daß der Theil, der jenen falschen Namen am Vorderfuß hat, die Hinterfußwurzel, das Sprungelenk ist. Der eigentliche Fuß ist durch diese Einrichtung namentlich bei den vordern Extremitäten sehr lang, eine Bildung, die offenbar dahin zielt, dem Thiere eine größere Schnelligkeit zu verleihen, indem dadurch zugleich die Stetigkeit und Sicherheit der Bewegungen gewinnt.

---

*) Die Beobachtungen, welche diese Thatsache beweisen, findet man näher ausgeführt in einer Abhandlung von Geoffroy St. Hilaire in den Mémoires du Muséum, X, 173.

An dem untern Ende des Schienbeines befinden sich zwei überknorpelte Gelenkflächen, welche die ursprüngliche Trennung der beiden vereinigten Knochen andeuten. Mit diesen Gelenkflächen stehen zwei Knochen in Verbindung, welche ebenfalls verhältnißmäßig lang sind und in Absicht auf ihre Lage den ersten Finger- und Zehengliedern entsprechen; sie heißen die Fesselbeine. Auf diese folgt eine zweite Reihe, die Kronbeine, und endlich die dritte, welche die Gestalt von Hufen haben, die Hufbeine. Alle wiederkäuenden Quadrupeden haben daher einen doppelten Huf, welche Einrichtung dieser Familie als characteristisches Merkmal eigenthümlich ist.

Auf solche Weise hat also die Natur die Organe der Bewegung bei dieser merkwürdigen Thierfamilie dazu eingerichtet, daß sie die eigenthümlichen Bedingungen ihrer Existenz erfüllen, ohne die Beziehungen, welche dieselben zu dem ersten Typus der Classe, zu der sie gehören, haben, zu vernachlässigen. Auf solche Weise hat sie ihnen die zarten und eleganten Formen verliehen, welche dem Auge so sehr gefallen und welche das characteristische Merkmal der flüchtigsten Racen sind, und hat ihnen die schnellen aber doch dabei festen und sichern Bewegungen gegeben, welche sie auf die verschiedenste Weise ausführen können, sey es, daß sie der Beobachtung entgehen, sey es, daß sie ihren, mit großer Stärke und Spürkraft versehenen, Feinden ausweichen wollen. Dieß führen sie entweder dadurch aus, daß sie durch weite Ebenen dahinfliehen, sich in unzugängliche Wälder flüchten, oder schwer zu ersteigende Felsen erklimmen, indem sie die rauhen Oberflächen derselben in allen Directionen durchschneiden, an ihren steilen Abhängen hinanklettern, sonder Furcht über Abgründe, die ihnen begegnen, setzen, und von Klippe zu Klippe springen, bis sie auf einem hervorragenden Felsen einen sichern Punct gewonnen haben. Von solchen sichern Höhen blickt die Gemse der Alpen auf ihre Verfolger herab, gleichsam als verhöhnte sie die fernern Anstrengungen derselben, sie zu fangen oder mit Angriffen zu belästigen. Die erstaunenswerthe Agilität dieses Thieres, durch welche die kühnsten und erfahrensten

Jäger in ihren Verſuchen, ſich ihr zu nähern, getäuſcht werden, iſt ein hinreichendes Zeugniß für die Vollkommenheit der Ausführung dieſer Thätigkeiten. Man hat oft geſehen, daß Gemſen perpendiculär in Abgründe von zwanzig bis dreißig Fuß Tiefe hinabgeſprungen ſind, ohne die geringſte Beſchädigung zu erleiden. Wie die Bänder, welche die Gelenke dieſes Thieres zuſammenhalten, ſolchen gewaltſamen Erſchütterungen und Verſtauchungen, denen ſie bei dieſen heftigen und gewaltſamen Anſtrengungen ausgeſetzt ſind, widerſtehen können, iſt in der That wunderbar.

Indem die Natur dieſen Thieren die Mittel verliehen hat, ſich vor ihren furchtbarſten Feinden zu retten, hat ſie dieſelben dabei nicht ohne Vertheidigungswaffen gegenüber von Feinden gelaſſen, die ihnen an Kräften weniger im Kampfe überlegen ſind. Der Kopf iſt der Sitz dieſer mächtigen Waffen, welche ſie zuweilen auf eine Weiſe in ihren gegenſeitigen Kämpfen gebrauchen, daß der Gegner todt zu Boden ſinkt. Sogar dann, wenn das Thier keine Hörner hat, ſtößt es inſtinktmäßig mit dem vordern Theile des Kopfes, wo das Stirnbein offenbar für dieſe Art des Angriffs geſchaffen iſt, indem es bedeutend ſtark und gewölbt iſt. So ſtößt der Widder mit ſeinem Kopfe, ohne die Hörner zu gebrauchen, welche ſo gebogen ſind, daß die Spitzen derſelben von dem anzugreifenden Gegenſtande weggewandt ſind. Bei den Hirſch- und Ochſengattungen hingegen ſind die Hörner furchtbare Angriffswaffen, und es wird nicht ohne Intereſſe ſeyn, die Natur dieſer Organe und die Erſcheinungen ihrer Bildung zu unterſuchen.

Das Geweih des männlichen Hirſches iſt knöcherner Structur und ſitzt auf kurzen und feſten Höckern des Stirnbeines auf. Nachdem es beinahe ein Jahr lang daſelbſt geſeſſen hatte, wird es abgeworfen und bald durch ein neugebildetes Geweih erſetzt, welches größer iſt, als dasjenige, welches verloren gegangen war. Ehe dieſer Bildungsproceß vor ſich geht, beobachtet man, daß die Zweige derjenigen Arterien, welche dem Stirnbeine Blut zuführen und welche aus der Droſſelſchlagader (Arteria carotis) entſpringen, ſich ſehr ſchnell erweitern und mit ungewöhnlicher

Gewalt ſchlagen, ſo daß alle Blutgefäße der Haut an dem Theile, wo das Geweih entſtehen ſoll, durch das Blut ſchnell ausgedehnt werden, und eine bedeutende Hitze und Röthe entſteht, welches ihm das Anſehen eines in Entzündung begriffenen Organes gibt*). Die allgemeinen Bedeckungen treiben ſich alsdann auf, indem von dem unterliegenden Knochen aus ſich ein Höcker erhebt. Dieſer Höcker iſt zuerſt knorpeliger Natur und verknöchert ſich erſt dann, wenn er eine gehörige Größe erreicht hat, wobei zu bemerken iſt, daß er ganz wie andere Knochenbildungen wächſt; zuerſt nämlich in der Form eines länglichen Cylinders aufſchießt, nachher aber ſich in verſchiedene Aeſte theilt. Die Haut verlängert ſich an dem Geweih und bleibt ſo lange an demſelben als ein weicher, kurz und dünn behaarter Ueberzug hängen, bis daſſelbe vollkommen erſtarkt iſt, worauf derſelbe an Bäumen, Steinen u. ſ. w. abgerieben wird. Die Blutgefäße der dem Geweih eigenthümlichen Membran der Knochenhaut fahren immer fort, neues Material für das Wachsthum und die Erhärtung deſſelben anzuſchaffen und lagern in der größten Menge Knochenmaterie ab, ſo daß dieſes Organ ſich außerordentlich ſchnell vergrößert. Das ganze Geweih, das oft ein Gewicht von beinahe dreißig Pfunden erhält, iſt in zehn Wochen von der Zeit ſeines erſten Erſcheinens an gerechnet, vollkommen ausgebildet. Wir finden in dem Thierreiche kein anderes Beiſpiel eines ſo ſchnellen Wachsthumes; und dieſes iſt um ſo merkwürdiger, weil es nur in einem kleinen Theile des Organismus und zumal im Knochenſyſtem vorkommt.

Nachdem das Geweih ſeine volle Größe erreicht hat, kommt noch immer an der Baſis deſſelben eine Ablagerung von Knochenmaterie vor, welche von den Hauptſtämmen der Arterien aus geſchieht, welche die den Knochen umkleidende Membran mit Blut verſorgen, um dieſen Organen den gehörigen Nahrungsſaft zuzuführen. Dadurch entſteht eine Anhäufung von Knochen-

*) Dieſe Erſcheinungen hängen mit periodiſchen Veränderungen in der Conſtitution zuſammen, welche ſich auf die Reproductionsthätigkeit beziehen.

ſubſtanz, welche einen Ring bildet, welcher der Roſenſtock genannt wird und dieſen Theil des Geweihes umgibt. Wenn dieſes Bildungsgeſchäft vollendet iſt, ſo ſtehen ſich die Arterien ſelbſt im Wege, nach und nach vermindert ſich ihre Capacität Blut zuzuführen und ſie obliteriren am Ende gänzlich. Der Knochen erhält nicht länger ſo überflüſſigen Nahrungsſaft und hört auf zu wachſen; die Bedeckungen, welche denſelben überzogen haben, ſterben ab, werden trocken und riſſig und zuletzt durch Reiben gegen Bäume in langen Fetzen abgeſtreift; dadurch wird das Geweih nackt, und erhält durch fortgeſetztes Reiben eine polirte Oberfläche.

Mehrere Monate hindurch bleibt das Geweih in einem lebenskräftigen Zuſtand und behält ſeine Verbindung mit dem Syſtem bei, indem es durch ſeine eigenen Gefäße von Innen heraus ernährt wird. Mit der Zeit aber verſchrumpfen auch dieſe Gefäße und obliteriren nach und nach, entweder weil ſie mehr und mehr Knochenmaterie abſondern und dadurch verdrängt werden, oder weil in dem Gleichgewichte der Lebenskräfte eine Veränderung vorgeht, wodurch der Lebensturgor ſich weniger nach jenen Theilen wendet. Das Geweih ſtirbt in Folge deſſen ab, und ob es gleich noch immer mit dem Schädel zuſammenhängt, ſo iſt es doch als ein fremder Körper zu betrachten, der auf dieſe Weiſe nicht längere Zeit dableiben kann. An die Stelle, wo die Wurzel des Geweihes mit dem Stirnbein zuſammenhängt, treten nun die reſorbirenden Gefäße in Thätigkeit und bilden eine Grube, durch welche der lebende und der zum Abfallen beſtimmte, von dem Lebenskreiſe nunmehr ausgeſchloſſene Theil, da, wo ſie zuſammenhingen, getrennt werden. Sobald dieſe Grube die gehörige Tiefe erlangt hat, ſo hört die Verbindung auf und der leichteſte Stoß verurſacht den Abfall des ganzen Organes. Nachdem das Geweih abgefallen iſt, erſcheint die Hervorragung des Stirnbeines, auf welcher daſſelbe geſtanden hatte, rauh und uneben, wie wenn der Knochen abgebrochen wäre. Die umgebenden allgemeinen Bedeckungen aber ziehen ſich bald über derſelben zuſammen und bedecken ſie gänzlich bis zu der Zeitperiode, wo ein neues Geweih das alte erſetzen ſoll, und die-

ſelben Erſcheinungen des Wachsthumes und Abfalles wiederkehren, die wir vorhin betrachtet haben, nur mit dem Unterſchiede, daß die Entwicklung dieſes Geweihes gewöhnlich ſtärker iſt, als die der früheren, indem die neue Stange ſowohl dicker als auch länger wird als die vorige und größere und zahlreichere Aeſte erhält. Das Geweih des folgenden Jahres hat daher eine von dem vorhergehenden verſchiedene Form, und wenn das Thier ein gewiſſes Alter erreicht hat, ſo bieten die Enden deſſelben große knöcherne Ausbreitungen dar, welche man bei jüngern Geweihen niemals ſieht.

Die kurzen knöchernen Fortſätze, welche in ſenkrechter Richtung auf dem Kopfe der Giraffe ſich erheben, ſind in gewiſſen Verhältniſſen ihrer Bildung den Hirſchgeweihen analog, darin nämlich, daß ſie aus Knochenmaterie beſtehen und mit dem Stirnbein zuſammenhängen; in anderer Hinſicht aber ſind ſie von denſelben ſehr verſchieden: denn anſtatt alljährlich gewechſelt zu werden, bleiben ſie durch das ganze Leben des Thieres ſtehen und ſind immer mit den allgemeinen Bedeckungen überzogen, welche an der Spitze mit Haarbüſcheln verſehen ſind. Die Entwicklung dieſer Fortſätze geſchieht bei dem jungen Thiere auf gleiche Weiſe, wie bei den Hirſchgeweihen; ſie erreichen jedoch nur einen gewiſſen Punct, auf dem ſie in ihrem Wachsthum ſtehen bleiben und ſich nicht mehr weiter entwickeln. Die Arterien hören dabei auf, überflüſſigen Nahrungsſtoff abzuſetzen, fahren jedoch fort, ein genaues Gleichgewicht zwiſchen Verbrauch und Wiedererſtattung feſtzuhalten, ſo daß die Hörner der Giraffe niemals abfallen, ſondern bleibende Knochengebilde ſind*).

Eine weitere Modification dieſes Fortſatzes kommt bei der

*) Nach Cuvier ſtehen dieſe knöchernen Fortſätze in der Jugend durch eine Naht mit dem Stirnbein in Verbindung; es wären dieſelben alſo, wenn dieſe Angabe richtig iſt, nicht als Geweihe zu betrachten, ſondern zur Claſſe der andern Knochen zu zählen, die ſich aus einem beſondern Knochenkern entwickeln und dann durch eine Naht ſich mit den andern verbinden. Auf der Mitte des Stirnbeines iſt namentlich bei der männlichen Giraffe eine ähnliche Hervorragung, welche gleichfalls mit Nähten an das Stirnbein befeſtigt iſt und die man als ein drittes Horn anſehen könnte. Siehe Cuvier, Règne animal, T. I. p. 266.

Anm. d. Ueberſ.

Bildung der Hörner des Ochsen und des Schafes vor. Diese knöchernen Fortsätze entspringen von den Stirnbeinen und sind mit einer hornenen Bedeckung umgeben, deren Bildung von der Knochenbildung gänzlich verschieden ist. Bei dem jungen Kalbe entdeckt man zwei Höcker, welche von dem Knochen des Vorderkopfes ausgehen; die Haut, welche diese Höcker bedeckt, ist nicht wie die der Hirschgeweihe zart und weich, sondern außerordentlich dick und hart. Je mehr der Schädel selbst wächst, desto mehr verwandelt sich dieser Theil der allgemeinen Bedeckungen in eine callöse (schwielenartige) Masse, bis dieselbe durch die Thätigkeit der unter ihr liegenden Blutgefäße in ein festes, hartes, elastisches und gefühlloses fibröses Gewebe umgeschaffen wird, welches dem unter demselben befindlichen knöchernen Kern, der im Inneren gebildet wird, hinreichenden Schutz gegen die Eingriffe der Außenwelt zu gewähren im Stande ist. Die außerordentlich gefäßreiche Membran, aus welcher dieses neue Gebilde seinen Ursprung bekömmt, scheint an seinen beiden Oberflächen verschiedene Productionskräfte zu besitzen; denn während durch die innere Fläche derselben der knöcherne Theil des Hornes gebildet und die zur Construction seiner Blättchen und Fasern nothwendige Quantität von phosphorsaurem Kalk abgesondert wird, so vermehrt die äußere Fläche derselben das Wachsthum der Hornsubstanz, indem sie an die Theile, welche zuerst abgelagert wurden, von innen her immer mehr und mehr neue Lagen dieser Substanz absetzt. Diese beiden Operationen, welche einen bedeutenden Contrast sowohl durch die Art ihrer Thätigkeit, als auch durch die Natur der aus ihr hervorgehenden Resultate darbieten, gehen in derselben Zeit vor sich und werden durch dasselbe Organ nach zwei verschiedenen Seiten hin hervorgebracht. Die knöcherne Unterlage des Hornes ist ein organisirtes Gewebe, welches immerwährend durch eigene Arterien, welche mit dem allgemeinen Gefäßsystem in Verbindung stehen, ganz wie ein anderer Knochen ernährt wird; das Horn hingegen ist als ein blos ausgeschiedener Stoff (eine Excretion) zu betrachten, welcher keine Gefäße zu haben scheint und nicht mehr unter dem Einflusse der Lebenskräfte steht. Es hat somit das Wachsthum des Hornes einige Aehnlich-

keit mit dem der Muſchelſchale; denn die verſchiedenen Lagen, aus denen daſſelbe beſteht, werden in verſchiedenen Schichten abgeſetzt, indem jede neue Lage an die innere Fläche der vorhergehenden gleichſam angeleimt wird. Jede derſelben hat die Geſtalt eines hohlen Kegels, indem ſie gegen die Spitze des Theiles zu beginnt und ſich bis gegen deſſen Baſis fortſetzt. Dieſe Art des Wachsthumes ſieht man am deutlichſten in dem Durchſchnitt eines Antilopenhornes, davon Fig. 151 die Spitze darſtellt, wo man bei C das Horn mit ſeinen einzelnen Lagen und bei D den Knochenkern ſieht, welcher in der Achſe des Hornes befindlich iſt.

Gerade wie bei der Bildung der Muſchelſchalen kommen auch bei dem Bildungsproceß der Hörner zuweilen Unregelmäßigeiten oder periodiſche Vermehrungen und Vereinigungen der das Wachsthum befördernden Kraft in den ſecernirenden Organen vor, ſo daß dadurch Queerfurchen oder Gruben und Erhabenheiten entſtehen. Dieß kann man am deutlichſten an den Hörnern der Ziege ſehen, bei welchen die einzelnen Hornfaſern kurz ſind und mit derſelben Regelmäßigkeit auf einander liegen, wie die Ziegel eines Daches. Manche Hörner haben eine Neigung, die Spiralform anzunehmen, ein Umſtand, der von denſelben Bildungprincipien abhängig iſt, welche wir bei dem Wachsthum der gewundenen Muſchelſchalen wahrgenommen haben. Die Hörner der Ochſen- und Antilopengattungen beſtehen aus längeren und mehr zuſammenhängenden Faſern, welche innigſt mit einander verbunden ſind und ſehr genau die Stufenfolge von hohlen Kegeln zeigen, aus denen ſie beſtehen.

Die Hörner des Rhinoceros, und zwar ſowohl die des eingehörnten als auch die des doppelgehörnten, entſtehen auf dem Theile der allgemeinen Bedeckungen, welcher die Naſe dieſer Thiere überzieht und ſitzen daſelbſt feſt, ohne irgend eine Verbindung mit den unterliegenden Knochen zu haben. Sie haben eine pyramidenförmige Geſtalt und beſtehen aus parallelen Faſern, welche das Anſehen von Haaren haben, die mittelſt eines Materials, welches gleich einem Kitt wirkt, zu einer ſoliden Maſſe verbunden werden. Dieſe faſerige Bildung ſieht man am deutlichſten an der Baſis des Hornes, wo die Enden der Faſern

gleich einer Bürste von der Oberfläche abstehen. Sägt man diese Hörner quer durch und untersucht man sie mit einem guten Vergrößerungsglase, so entdeckt man eine Menge kleiner Oeffnungen, welche die Zwischenräume bezeichnen, die zwischen diesen Haaren vorkommen; und wenn man an demselben Organ einen Längendurchschnitt macht, so entstehen aus denselben Zwischenräumen parallele Gruben. Diese Hörner fallen nicht ab, wie die Geweihe der Hirsche, sondern sitzen immer fest auf der Haut an, und wachsen in demselben Verhältniß von der Wurzel aus, als sie an der Spitze abgenutzt werden.

§. 6. Einhufer.

Die Einhufer, Solipeda, bilden eine natürliche Säugthierfamilie, welche nur sechs Gattungen begreift, deren drei aus Asien und drei aus Afrika stammen. Die ersteren sind: das Pferd, der Esel und der Dschiggetai (Halbesel), die drei letzteren: das Quagga, das Zebra und das Bergzebra. Alle diese Thiere haben in Absicht auf ihre äußere Körperbildung, ihre Lebensart und Gewohnheiten manche Aehnlichkeit mit den Wiederkäuern. Schnelligkeit und Stärke zu verbinden war die Absicht, die die Natur bei der Erschaffung dieser Thiere hatte. Daher finden wir, daß bei dieser Thierfamilie die Verstärkung der Füße noch weiter getrieben ist, als bei der vorigen; denn anstatt daß zwei Fingerglieder mit dem einfachen Schienbein (Mittelfußknochen) articulirten, finden wir hier nur ein einziges Fingerglied. Die drei Phalangen, aus welchen dieser einzelne Finger besteht, haben die Namen Fesselbein, Kronbein und Hufbein, welche bei den letzteren an ihrer hinteren Fläche durch eine Art von Sesambein, das Strahlbein genannt, noch mehr befestigt werden. Durch die Einfachheit dieser Knochen wird die Bildung eines einzigen Hufes bedingt, welcher in seiner ganzen Structur ein merkwürdiges Beispiel von einer beinahe unverwüstlichen Festigkeit darbietet. Der Huf als Ganzes betrachtet ist ein abgestumpfter schiefer Kegel, dessen Basis nach unten und dessen Spitze nach oben gekehrt ist. Er stellt daher ein festes Gewölbe dar, welches nach unten zu durch eine compacte Sohle, nach

oben zu aber durch die dem Fuße angehörigen festen und weichen Theile geschlossen wird und in sich das Hufbein enthält, welches im Kleinen ganz die Gestalt des äußeren Hufes hat. Dieses Gewölbe ist aber nach hinten nicht geschlossen, sondern schlägt sich nach innen um, so daß seine Enden einen Theil der Sohle ausmachen, was viel zur Befestigung dieser beiden Theile beiträgt. Der obere Theil des so gebildeten Gewölbes, welcher mit dem Saum oder der Fleischkrone, dem eigentlichen Ernährungsorgane desselben, zusammenhängt, heißt die Krone desselben, der vordere den Boden berührende Theil wird die Zehe genannt, der seitliche untere Theil heißt die Trachte und der hintere untere Theil die Ferse oder der Ballen. Das ganze Gewölbe theilt sich also ein in die Zehenwand, die Trachtenwand und die Fersenwand, mit welcher der oben angeführte nach unten und wieder schief nach vorne in die Sohle hineinragende Theil, der die Eckstrebe genannt wird, in Verbindung steht. Mit dem unteren Rande des oben angeführten Gewölbes, der auch der Tragrand heißt, weil er vornehmlich zum Tragen des Thieres beiträgt, steht nun die Sohle in Verbindung, wobei sich eine weiße Vereinigungslinie bemerklich macht. Die Sohle ist nach vorn abgerundet und entspricht hier ganz der Form des Gewölbes, nach hinten aber hat sie einen großen Vförmigen Ausschnitt, der zur Aufnahme des Strahles dient und der Sohle nach hinten das Ansehen eines Schwalbenschwanzes verleiht. Mit den auf diese Weise gebildeten hinteren Ecken, den sogenannten Sohlenwinkeln, legt sich die Sohle zwischen die durch die Umbiegung des Horngewölbes gebildeten Eckstreben hinein, so daß diese an den inneren Rand jenes Ausschnittes zu liegen kommen. Innerhalb dieses Ausschnittes liegt ein pfeilförmiger, aus zäher elastischer Hornsubstanz bestehender Körper, welcher der Strahl genannt wird und zwischen den Eckstreben und der Hornsohle eingeschlossen ist, nach hinten aber sich gabelförmig theilt, um mit den Ballen und einem eigentlichen, die ganze Krone entlang verlaufenden Bande (dem Saumbande) in Verbindung zu treten. Auf diese Weise sind alle Theile des Hufes auf das Innigste vereinigt. Wir können aber nun bei näherer Betrachtung dieser Theile, die zusammen der

Hornschuh genannt werden, nicht umhin, zu bemerken, daß die Hornwand von der Hornsohle und diese wieder von dem Strahl in jeder Hinsicht wesentlich verschieden sind. Schneidet man von dem unteren Rand des Horngewölbes (vom Tragrand) ein feines Stück Horn ab, so entdeckt man dieselbe Bildung, welche oben vom Horne des Rhinoceros angeführt wurde, es scheint nehmlich dieser Theil aus außerordentlich feinen Röhrchen zu bestehen, und gleichsam eine Aggregation von Haaren zu seyn, welche mit einem thierischen Cämente an einander geleimt sind. Die an einander geleimten Haare stehen nun mit der Fleischkrone, welche, wie alle Weichtheile des Hufes, eine Fortsetzung der allgemeinen Bedeckungen ist, in Verbindung, und wurzeln dort in einem außerordentlich gefäßreichen Gewebe, welches die Funktion hat, das Horn, das durch das Gehen an dem untern Theile des Hufes verloren geht, wieder zu ersetzen. Mit der Fleischkrone steht die Fleischwand in Verbindung, die man bei der Hinwegnahme der Hornwand entdeckt, und die nach Außen mit dieser, nach Innen mit dem Hufbeine in Verbindung steht. Diese Fleischwand hat eine sehr merkwürdige Bildung: sie zeigt nämlich auf ihrer äußeren Oberfläche eine Menge feiner parallel von oben nach unten laufender Blättchen, welche das Ansehen von Blättern eines auf den Rücken gestellten Buches haben. In diese Blättchen greifen nun ähnliche hornartige Blättchen, die sich auf der inneren Fläche der Hornwand befinden, ein und bilden dadurch nicht nur eine außerordentlich feste Verbindung, sondern geben auch der Fleischwand Gelegenheit, als Ernährungsorgan des Horngewölbes mitzuwirken. Diese Hornblättchen setzen sich aber nach unten bis in die Hornsohle fort, wo sie die oben angeführte weiße Linie bilden. Ganz anders verhält es sich mit der Hornsohle. Diese wächst als ein gleichförmiges hornartiges Gewebe aus der Fleischsohle mittelst kleiner Papillen hervor und stellt sich als eine homogene Hornmasse dar. Das Gleiche gilt vom Hornstrahl, nur mit dem Unterschied, daß er aus einem elastischeren und zäheren Horngewebe besteht. Die Eckstreben, als Theile der Hornwand aber verhalten sich wie dieselbe und haben auch jene Blättchen. Der Nutzen der Hornwand ist der, als festes, zum Tragen der

Körperlaſt beſtimmtes Organ zu dienen, der der Hornſohle aber, welche weicher und im geſunden Zuſtande etwas ausgehöhlt iſt, die Weichtheile vor Verletzungen zu ſchützen, und der Nutzen des Strahles, als ein elaſtiſcher Keil bei jedem Tritte die Eckſtreben und elaſtiſchen Endigungen der Hornwand von einander zu entfernen, wodurch dem Tritte dieſer Thiere jene Federkraft verliehen wird, welche ſich ſo ſehr vor andern auszeichnet. Jedoch iſt zu bemerken, daß dieſer Theil ſich nicht bei allen Einhufern vorfindet. *)

An der hinteren Fläche des Schienbeines ſind auf jeder Seite zwei kurze und ſchmale Knochen mittelſt einer bandartigen Maſſe befeſtigt, welche Rudimente zweier Mittelhand- und Mittelfußknochen ſind, und Griffelbeine heißen. Das Schulterblatt des Pferdes iſt im Vergleiche mit dem der Wiederkäuer ziemlich ſchmal, und ſteht mit dem Oberarmbein (Querbein) beinahe unter einem rechten Winkel in Verbindung. Der letztere Knochen iſt ziemlich kurz, ſo daß er nicht über eine den untern Rand des Bruſtkorbs berührende Linie hervorragt. Das Oberſchenkelbein (Backbein) iſt ebenfalls außerordentlich kurz. Die Muskeln aber, welche den Oberſchenkel ausſtrecken und beim Ausſchlagen das Backbein nach hinten ziehen, ſind beſonders ſtark. Dieſe Art der Bewegung iſt die von der Natur dem Pferdegeſchlecht verliehene Waffe; und die Kraft der an dem Backbein befeſtigten Muskeln wird durch die Anweſenheit eines an dieſem Knochen befindlichen beſonderen Fortſatzes vermehrt, welcher die Geſtalt einer ſtarken gekrümmten Gräte hat, an der äußeren Seite des kleinen Drehhügels liegt und dadurch den Muskeln einen langen Hebelarm verleiht; er heißt der untere Drehhügel (Trochanter inferior, tertius, auch processus recurvatus femoris). Die Halswirbel haben nur kurze Dornfortſätze, ſo daß ſie den Bewegungen des Halſes nicht im Wege ſtehen. An den Rückenwirbeln ſind im Gegentheil dieſe Fortſätze merkwürdig lang, und beſonders an demjenigen

*) Der Ueberſetzer konnte ſich nicht enthalten, etwas über die ſo höchſt intereſſante Einrichtung des Pferdehufes hier einzuſchalten, wodurch er dem Leſer einen dem Geiſte des Werkes angemeſſen Beitrag geliefert zu haben glaubt.
Anm. d. Ueberſ.

Theil, wo sich das Schulterblatt befindet und welcher das Widerrüst genannt wird.

§. 7. Pachydermen.

Ein natürlicher Uebergang führt uns vom Pferdegeschlecht zu den Pachydermen, einer kleinen Thiergruppe, welche durch die eigenthümliche Bildung ihres Körpers und besonders dadurch ausgezeichnet ist, daß die Individuen derselben Ueberbleibsel einer sehr großen Familie sind, welche in früheren Zeitperioden die Erde bewohnten, jetzt aber gänzlich verschwunden sind. Obgleich sie sich von Gras und Kräutern nähren, so wiederkäuen sie doch nicht und haben auch keine gespaltenen Klauen. Die meisten derselben sind ungeheuer große und plumpe Thiere, mit dicken allgemeinen Bedeckungen versehen, welche durch eine große Masse verdichteten Zellgewebes sehr fest und zäh gemacht werden und die hauptsächlichste Defensivwaffe für diejenigen abgeben, welche weder Hauzähne, Rüssel noch Hörner auf der Nase haben.

Die merkwürdigste Gattung dieser Familie ist der collossalste Riese unter den Quadrupeden, der Elephant. Die so vielfachen Eigenthümlichkeiten, welche dieses Thier in der ganzen Conformation seines Körpers zeigt, haben alle eine ganz besondere Beziehung zu seinen Lebensverhältnissen. Da er darauf angewiesen ist, von zarten Sprößlingen der Bäume, von Früchten, Körnern, Kräutern und saftreichen Wurzeln zu leben, so sind seine Kauorgane stark und seine Zähne von bedeutender Größe. Die ganze Construction dieser Organe erfordert aber eine außerordentliche Entwicklung des Knochengerüstes, so daß der Kopf mit seinen ungeheuren Stoß- und Mahlzähnen von einem ganz enormen Gewichte ist. Wäre dieser schwere Kopf an dem Ende eines Halses befestigt gewesen, dessen Länge es gestattet hätte, denselben bis auf den Boden herabzubiegen, wie dieß gewöhnlich bei den grasfressenden Thieren der Fall ist, so hätte er das Gleichgewicht des Körpers gestört und es wäre eine so ungeheure Kraftanstrengung erforderlich gewesen, ihn zu erheben und in einer horizontalen Lage zu erhalten, daß keine Muskelkraft, sey sie auch welche sie wolle, dieselbe hätte ausführen können. Die Natur hat daher

dieſe Art der Formbildung verlaſſen und den Hals außerordentlich verkürzt, den Kopf dadurch ſo ſehr wie möglich dem Rumpfe genähert und ihn mittelſt kurzer aber ſehr kräftiger Muskeln daran befeſtigt. Dieſe Muskeln befeſtigen ſich aber nicht an einem beſonderen Theile des Schädels, wie bei anderen vierfüßigen Thieren, wo das Hinterhauptbein eine Leiſte oder eine Gräte zu Erfüllung dieſes Zweckes bildet, ſondern die Oberfläche des Schädels im Allgemeinen wurde durch die ungeheure Ausbreitung, welche er durch ſeine im Innern vorhandenen Zellen erhielt, zu einer außerordentlichen Breite ausgedehnt, und ſo wurden die Muskeln anſtatt an einen einzelnen Fortſatz ſich anzuheften, welcher dadurch in die eminenteſte Gefahr käme, durch die bloße Wirkung derſelben zu zerbrechen, an einer bedeutenden Knochenfläche befeſtigt. Die in dem Schädel befindlichen großen Zellen haben den Zweck, Feſtigkeit mit möglichſter Leichtigkeit zu verbinden, indem die Knochenplatten, aus welchen dieſelben beſtehen, gegen die Oberfläche hin in einer ſternartigen Richtung ſtehen und mit der größten Regelmäßigkeit angeordnet ſind. Anſtatt wie in den Röhrenknochen Mark zu enthalten, ſind aber dieſe Zellen mit Luft angefüllt, welche durch die euſtachiſche Röhre in ſie gelangt, die mit der Rachenhöhle in Verbindung ſteht, und auf dieſe Weiſe bekommt der Schädel eine große Oberfläche, ohne daß ſein Gewicht deßhalb gar zu ſehr vermehrt würde. Das Nackenband kommt, da es hier von bedeutender Größe und Stärke iſt, ebenfalls den Kräften der Muskeln zu Hülfe.

Da der Kopf durch ſeine Annäherung an den Rumpf in ſeinen Bewegungen beſchränkt iſt, kann das Maul nicht unmittelbar dem Futter genähert werden. Um dieſem Uebelſtande abzuhelfen, hat die Natur ein neues Organ, den Rüſſel für dieſe Thiere erſchaffen; dieſer beſteht aus einem vollkommen biegſamen Cylinder, welcher von einer Länge iſt, die hinreicht, den Boden zu erreichen, während der Elephant ſteht. Das Thier kann dieſes Organ mittelſt einer erſtaunlichen Menge von Muskelfaſern nach allen möglichen Seiten hin in jeder Richtung bewegen. Dieſe Muskelfaſern beſtehen aus ſchmalen Bündeln, deren einige quer verlaufen und von dem Mittelpunkt ſich gegen

den Umfang des Gliedes erſtrecken, andere mehr ſchief angelagert ſind und endlich aus einer dritten Lage, welche der Länge nach verlaufen. Dieſe verſchiedenen Muskelbündel ſind aber ſo ſehr unter einander verflochten, daß man ſie an ihren Enden nicht mehr deutlich unterſcheiden kann, ſo ungefähr wie die Muskeln der Zunge, welche gegen den Rücken dieſes Organs hin eine außerordentlich complicirte Anordnung zeigen. Das untere Ende des Rüſſels, welches der Sitz des ſehr feinen Gefühlſinnes dieſes Thieres iſt, beſitzt einen Anhang, der die Geſtalt eines Fingers hat und in der That die meiſten Funktionen einen ſolchen auszuführen im Stande iſt.

Bei der Bildung dieſes merkwürdigen, ſcheinbar ganz neuen Organes war es aber für die Natur nicht nothwendig, von den gewöhnlichen Bildungsgeſetzen abzuweichen, denn ſchon durch eine Weiterentwicklung eines bei den Säugthieren bereits vorkommenden Organes konnte der beabſichtigte Zweck vollkommen erreicht werden. Bei einigen der Familie der Pachydermen angehörigen Gattungen finden wir bereits, daß die äußere Naſe ſo bedeutend entwickelt iſt, daß dadurch ein nicht unbeträchtlicher Rüſſel gebildet wird. In gewiſſem Grade ſieht man dieß ſchon beim Schwein; in weit höherem Grade aber beim Tapir, deſſen Rüſſel ſo verlängert und beweglich iſt, daß er, freilich in einem geringeren Grade, dem Rüſſel des Elephanten ähnlich wird. Dieſes letztere Organ kann man freilich nur als eine Verlängerung der Nüſtern betrachten, welche zu einem beſtimmten Zwecke, der von der Erfüllung der Funktion, zu der ſie gewöhnlich gebraucht werden, ſehr verſchieden iſt, verlängert ſind. *)

Während Schnelligkeit und Elaſticität die Hauptabſichten bei der mechaniſchen Körperbildung des Pferdes waren, ſo ſind im Gegentheil Stärke und Feſtigkeit die Erforderniſſe, auf welche bei der Conſtruction der Pachydermen geſehen werden mußte.

*) Eine unvollkommene Entwicklung der Naſenhöhle gibt, während die weichen Theile in ihrem natürlichen Wachsthume fortfahren, bei dem menſchlichen Fetus zuweilen Veranlaſſung zu einer Mißbildung, welche viel Aehnlichkeit mit dem Rüſſel des Tapirs oder Elephanten hat; (Geoffroy St. Hilaire).

klettern und mit einer gewissen Kraft die Aeste ergreifen müssen, an denen sie sich hinanbewegen wollen, wie das Faulthier, sind ebenfalls mit unterscheidbaren Schlüsselbeinen versehen. Solche, welche die Erde aufscharren, sich Höhlen darin graben oder sie sogar unterminiren, wie der Maulwurf, der Ameisenbär und der Igel sind alle mit diesem Knochen versehen, welcher besonders den Nutzen hat, daß er die Schulter immer in der gleichen Entfernung vom Rumpfe hält, und den Muskeln, welche die drehenden Bewegungen des Gliedes ausführen, einen festen Anhaltspunct gewährt, wodurch diese Thiere wesentlich in der Ausführung der ihnen eigenthümlichen Verrichtungen unterstützt werden.

Was die Nagethiere vor allen andern auszeichnet, ist die eigenthümliche Bildung ihrer vordern Zähne, Nagezähne genannt. In jedem Kiefer sind zwei Vorderzähne, welche sich durch ihre keilförmige Gestalt auszeichnen, und dadurch nur von andern unterschieden sind, daß sie nach vorne zu Schmelz besitzen, während der hintere Theil des Keiles aus einer weichern Knochenmasse besteht. Wenn nun die Zähne, wie es beim Nagen geschieht, auf einen harten Gegenstand einwirken, so wird der hintere Theil des Zahnes immer stärker abgenützt, als die nach vorne auf ihm befestigte Schmelzlamelle, und der Zahn bleibt dadurch immer meißelartig scharf. Zugleich haben diese Zähne die Eigenschaft, sich immer nachzuschieben, besitzen daher keine eigentlichen Wurzeln und werden, wie wir später sehen werden, dadurch die mächtigsten Werkzeuge zu Zerkleinerung harter Substanzen.

§. 9. Insectenfresser.

In der Familie der Insecten fressenden Säugthiere begegnen wir gewissen Gattungen, welche eine ganz eigenthümliche Körperbildung haben. In keiner jedoch sind die Anomalien so merkwürdig, als in dem Maulwurf, einem Thiere,

---

lichen Meinung, daß derselbe seinen Schwanz als Kelle gebrauche, um die Lehmwände seiner Wohnungen zu bauen, scheint wenig Wahres zu seyn.

welches die Natur dazu geschaffen hat, unter der Erde zu leben, und dessen Glieder dazu eingerichtet sind, unter dem Boden sich schnell Gänge zu graben. Die Vordertatzen dieses Thieres, welche die größte Aehnlichkeit mit Händen haben, sind nach oben und hinten zu gebogen, um als Werkzeuge zu dienen, mit welchen das Thier auf eine bequeme Weise den Boden durchwühlen kann, während die Hinterfüße dazu angewandt werden, den Körper mit der größten Schnelligkeit vorwärts zu schieben. Diese Miniroperationen werden durch die Bewegungen des Kopfes unterstützt, welcher mit der größten Gewalt erhoben werden kann, so daß er dadurch den Boden aufzuwühlen und die Hindernisse, welche sich dem Thiere in seinen Operationen in den Weg stellen, wegzuräumen im Stande ist. Damit diesen Bewegungen des Kopfes kein Hinderniß entgegentrete, durften die Dornfortsätze der Halswirbel durchaus nicht nach oben verlängert werden. Zugleich besitzt der Kopf starke Muskeln, welche ihn nach hinten biegen, und diese werden zugleich durch ein Nackenband von der größten Stärke unterstützt, welches zum Theil verknöchert ist. Die Muskeln der vordern Extremitäten sind dabei sehr kräftig, und müssen es seyn, wenn der Maulwurf in seinen Anstrengungen beim Graben nicht so leicht ermüden soll. Das Schulterblatt ist ein langer und schmaler Knochen, der seinem äußern Ansehen nach eher einem Oberarmbein als einem gewöhnlichen Schulterblatte ähnlich sieht. Das Oberarmbein dagegen ist dick und viereckig und das Schlüsselbein kurz und breit. Das Ellenbogenbein und die Speiche sind von einander unterschieden, so daß eine Supination und Pronation des Vorderarmes möglich ist. Die Hand ist sehr groß und breit, die Palmarfläche (Handtellerfläche) derselben ist nach oben und hinten gekehrt und ist an ihrem untern Rande scharf und eckig, so daß sie wie ein Spaten auf die Erde wirkt. Die Handwurzelknochen und Fingerglieder sind in einen außerordentlich engen Raum zusammengedrängt; jedoch mit scharfen Nägeln versehen, welche mehr als die Hälfte der Hand ausmachen und ganz zum Graben eingerichtet sind, indem sie lang, breit und an ihren Enden scharf sind. Das Brustbein hat in seiner Mitte,

klettern und mit einer gewissen Kraft die Aeste ergreifen müssen, an denen sie sich hinanbewegen wollen, wie das Faulthier, sind ebenfalls mit unterscheidbaren Schlüsselbeinen versehen. Solche, welche die Erde aufscharren, sich Höhlen darin graben oder sie sogar unterminiren, wie der Maulwurf, der Ameisenbär und der Igel sind alle mit diesem Knochen versehen, welcher besonders den Nutzen hat, daß er die Schulter immer in der gleichen Entfernung vom Rumpfe hält, und den Muskeln, welche die drehenden Bewegungen des Gliedes ausführen, einen festen Anhaltspunct gewährt, wodurch diese Thiere wesentlich in der Ausführung der ihnen eigenthümlichen Verrichtungen unterstützt werden.

Was die Nagethiere vor allen andern auszeichnet, ist die eigenthümliche Bildung ihrer vordern Zähne, Nagezähne genannt. In jedem Kiefer sind zwei Vorderzähne, welche sich durch ihre keilförmige Gestalt auszeichnen, und dadurch nur von andern unterschieden sind, daß sie nach vorne zu Schmelz besitzen, während der hintere Theil des Keiles aus einer weichern Knochenmasse besteht. Wenn nun die Zähne, wie es beim Nagen geschieht, auf einen harten Gegenstand einwirken, so wird der hintere Theil des Zahnes immer stärker abgenützt, als die nach vorne auf ihm befestigte Schmelzlamelle, und der Zahn bleibt dadurch immer meißelartig scharf. Zugleich haben diese Zähne die Eigenschaft, sich immer nachzuschieben, besitzen daher keine eigentlichen Wurzeln und werden, wie wir später sehen werden, dadurch die mächtigsten Werkzeuge zu Zerkleinerung harter Substanzen.

§. 9. Insectenfresser.

In der Familie der Insecten fressenden Säugthiere begegnen wir gewissen Gattungen, welche eine ganz eigenthümliche Körperbildung haben. In keiner jedoch sind die Anomalien so merkwürdig, als in dem Maulwurf, einem Thiere,

---

lichen Meinung, daß derselbe seinen Schwanz als Kelle gebrauche, um die Lehmwände seiner Wohnungen zu bauen, scheint wenig Wahres zu seyn.

einem Angriff aufzurichten, haben diese Thiere eine besondere Lage von Muskelbündeln, welche einen Theil des den meisten Säugthieren eigenen Hautmuskels (panniculus carnosus) ausmachen. Beim Igel sind diese Muskeln sehr complicirt und verleihen dem Thiere die Fähigkeit, sich in Kugelform zusammenzurollen. Eine ins Einzelne gehende Beschreibung dieses Muskels hat uns Cuvier gegeben, welcher fand, daß der ganze Körper des Thieres von einem breiten muskulösen Sack oder Mantel umgeben ist, welcher unmittelbar unter den allgemeinen Bedeckungen liegt, mit denen er innigst verwachsen ist. Dieser Mantel ist mit einer kurzen Sehne sowohl an das Hinterhaupt als auch an das Ende des Kreuzbeines dieses Thieres befestigt, steht aber an den Seiten des Körpers blos mit den allgemeinen Bedeckungen in Verbindung. In dem gewöhnlichen Zustande des Thieres erscheint dieser Muskel auf dem Rücken desselben als eine ovale zusammengezogene Scheibe, deren Mittelpunct im Zustande der Contraction, deren Rand aber im Zustande der Erschlaffung ist. Von den Rändern dieser Scheibe entstehen einige Muskelfasern, welche sich gegen die untern Theile des Körpers zu erstrecken und deren Wirkung die ist, die Haut herab, und wenn sich der Igel zusammenrollt, über den Kopf und die Füße herzuziehen. Will sich das Thier nun vertheidigen, so nähert es die Schnauze der Brust und zieht zugleich das Kreuz ein. Dadurch wird jene oben angegebene Scheibe auseinandergezogen und umhüllt das Thier mantelförmig, während der Rand der Scheibe sich nun zusammenzieht und gleich einem Kreismuskel den Beutel schließt, so daß nunmehr das Thier eine stachelige Kugel darstellt.

§. 10. Fleischfresser.

Man kann annehmen, daß der Typus der Säugthiere in den Familien, welche zu den Fleischfressern gehören, und welche Thiere umfassen, die zu den größten Raubthieren gehören, seine vollendetste Entwicklung erhalten hat. Da sie von Nahrungsmitteln aus dem Thierreiche leben, so haben sie einen weniger complicirten Verdauungsapparat nöthig, als die pflanzenfressen-

den Thiere, indem es der Natur leichter wird, Fleiſch und Blut in einen thieriſchen Nahrungsſaft zu verwandeln, als Gras und Kräuter. Dabei haben ſie verhältnißmäßig mehr Muskelkraft und Lebendigkeit in ihren Bewegungen, ſo wie ihre intellectuellen Fähigkeiten und ihre Sinne höher entwickelt ſind. Mit dieſen Verhältniſſen ſtimmt die größere Entwickelung ihres Gehirnes, die größere Schärfe ihrer Sinne und ihre enorme Stärke überein. Ihr Körper iſt leichter als der der Pflanzenfreſſer, beſonders ſchmal in der Gegend des Hinterleibes und ſeitwärts zuſammengedrückt. Der Rückgrath iſt biegſamer und elaſtiſcher*), die Glieder haben in ihren Bewegungen mehr Freiheit, die Extremitäten ſind an ihren Enden in mehrere einzelne Stücke abgetheilt und mit furchtbaren zum Kampf und zur Zerſtörung dienenden Waffen verſehen. Für die Bewegungen, und namentlich das Erheben des Kopfes, wurde eine bedeutende mechaniſche Kraft erfordert, und zwar nicht blos deswegen, weil für das Zerreißen der Beute große Kraftanſtrengungen nöthig waren, ſondern weil dieſe Thiere ihre oft bedeutend ſchwere Beute in ihrem Maule wegſchleppen müſſen. Daher finden wir, daß der erſte Halswirbel der Löwen (deſſen Skelet nebſt den Umriſſen des Körpers in Fig. 152. abgebildet iſt) oder der Atlas ſehr breite Querfortſätze hat, indem der zweite Wirbel einen ſehr entwickelten Dornfortſatz beſitzt, um den Muskeln, welche die Bewegungen des Kopfes auszuführen haben, gehörig lange Hebelsarme darzubieten.

Der ganze übrige Theil des Skeletes dieſer Thiere iſt ganz dazu eingerichtet, ſie zu Raubthieren zu machen. Die plötzlichen Sprünge, mit welchen ſie auf ihre Beute losgehen, muß ihrem ganzen Knochengerüſte die heftigſten Stöße mittheilen. Der erſte Schlag, womit ſie die Zerſtörung ihres Schlachtopfers beginnen, geſchieht mit dem Vorderfuß; daher wären die Bewegun-

*) Man kann ſich von der Geſchmeidigkeit der Wirbelſäule dieſer Thiere durch die einfache Betrachtung des Skeletes überzeugen, indem dort erſichtlich iſt, daß an den Hals- und Lendenwirbeln vergleichungsweiſe die Dornfortſätze nur wenig entwickelt ſind. (Siehe Fig. 152.)

gen dieſes Gliedes, die an Heftigkeit alles übertreffen, durch eine feſte Verbindung deſſelben mit dem Bruſtbeine mittelſt eines ganzen Schlüſſelbeines nicht nur zu ſehr beſchränkt, als auch der Gefahr eines Bruches dieſes Knochens zu leicht ausgeſetzt. Das Schulterblatt iſt breit und das Oberarmbein von großer Länge im Vergleich mit denſelben Knochen bei den Wiederkäuern, und der letztere Knochen beſitzt eine große Gelenkfläche, mit der er mit dem erſtern in Verbindung ſteht und dadurch eine große Freiheit der Bewegungen zuläßt. Die Speiche und das Ellenbogenbein ſind vollkommen zu unterſcheiden und ſpielen ganz frei auf einander.

Die vordern Füße ſtehen mit dem zweiten von den drei Gliedern, aus denen jede Zehe beſteht, mit dem Boden in Berührung. Das letzte Fingerglied ſteht mit dem zweiten unter einem rechten Winkel in Verbindung und erhebt ſich daher, um die Klauen in einer aufrechten Stellung zu erhalten. Es war von der größten Wichtigkeit, dieſe fürchterlichen Mordinſtrumente beſtändig ſcharf und in einem Zuſtande zu erhalten, daß ſie unmittelbar gebraucht werden konnten, daher zu Erfüllung dieſer Zwecke eine ganz eigenthümliche Vorrichtung gewählt wurde. Dieſe Vorrichtung beſteht in einer Scheibe, in welche die Klauen, wenn ſie nicht gebraucht werden, mit Hülfe eines elaſtiſchen Bandes, welches ſie immer in der Scheibe zu halten ſtrebt, zurückgezogen werden können. Zugleich ſind die letzten Zehenglieder ſo mit den Sehnen des obern Biegemuskels der Zehe verbunden, daß in demſelben Augenblick, wo dieſer in Thätigkeit geſetzt wird, die Klauen herausgezogen werden und, wenn das Thier mit ſeiner Tatze ein anderes zu Boden ſchlägt, die fürchterlichſten Zerfleiſchungen bewirken *) †).

*) An dem Ende des Schwanzes des Löwen findet ſich eine kleine koniſche und leicht gebogene Klaue, welche blos an der Haut hängt und nicht mit dem letzten Schwanzwirbel in Verbindung ſteht, der Nutzen derſelben iſt wahrſcheinlich der, die Wirkungen der Schläge des Schwanzes zu vermehren.

†) Eine ſehr merkwürdige Einrichtung hat die untere Fläche der Sohle bei dieſen Thieren. Sie beſteht nämlich aus lauter kleinen, auf die Spitze geſtellten, hornartigen Kegeln, die nach Innen zu ebenfalls kegelförmige Verlängerungen haben.

Um den hintern Extremitäten eine bedeutende Stärke zu verleihen, erſtreckt ſich das Becken weit nach hinten und ſteht mehr perpendiculär, ſo daß es ſich mit dem Oberſchenkelbein unter einem ſpitzigern Winkel verbindet. Dieſer letztere Knochen iſt länger und ſchmäler, als beim Pferd, aber in ſeiner ganzen Formation compacter und mit ſtark entwickelten Fortſätzen verſehen, das Vorderbein iſt von dem Unterſchenkelbein getrennt. Die Muskeln theilen ſich ſcharf in zwei Hauptportionen ab und ſtehen daher in einem ſtärkern Gegenſatz zu einander, während ſie an ſich ſtärker ſind, als die der pflanzenfreſſenden Thiere. Die Oberflächen der Gelenke haben eine verhältnißmäßig größere Ausdehnung und werden durch eine größere Menge von Gelenkſchmiere ſchlüpfrig erhalten. Die Bänder derſelben ſind feiner und zahlreicher, und im Allgemeinen laſſen die Gelenke vielfachere Bewegungen zu. Alle dieſe Einrichtungen ſind offenbar dazu beſtimmt, den Bewegungen die größte Freiheit und Leichtigkeit zu geſtatten, zugleich aber auch die Sphäre der Thätigkeit des Körpers ſowohl, als auch der Gliedmaßen zu vergrößern.

§. 11. Vierhänder.

In der Reihe der Quadrupeden können wir die ſtufenweiſe Entwicklung der hintern Füße als ein Zeichen einer gradweiſen Weiterbildung annehmen. Die einfachſte Form finden wir bei den Einhufern, davon uns das Pferd ein Beiſpiel gibt, welches nur einen einzigen Huf hat; nach dieſen kommen die Wiederkäuer, welche zwei Hufe (oder einen geſpaltenen) haben, eine

---

ſo daß ein in hohem Grade elaſtiſches Gewebe dadurch entſteht. Die nach Innen zu gehenden Verlängerungen werden aber nicht von einem und demſelben Kegel gebildet, ſondern ſo, daß die beiden Baſen zweier aneinanderſtoßenden Kegel zur Bildung der innern Spitze beitragen. Dieſe Einrichtung bewirkt, daß die damit verſehenen Thiere ohne Schaden von hohen Gegenſtänden herabſpringen können, indem die kegelförmigen Verlängerungen der Oberhaut ſich caoutſchuckartig zuſammendrücken laſſen und ſogleich wieder die alte Form einnehmen. Eine Abbildung und Beſchreibung dieſes Organes von Gurlt findet ſich in dem Magazin für Thierheilkunde von Hertwig und Gurlt, Jahrg. I, Heft 2; wobei aber zu bemerken iſt, daß in der Abbildung die nach Innen gehenden Verlängerungen fehlen, dafür aber große Schweißdrüſen hingezeichnet ſind, die wir bei einer genauen Unterſuchung mittelſt eines vortrefflichen Sonnenmicroskopes nicht entdecken konnten, dafür aber jene nach Innen gehenden kegelförmigen Verlängerungen deutlich wahrnahmen. Anm. d. Ueberſ.

Thierfamilie, welche das Kameel in sich einschließt, dessen Fuß ausgezeichnet breit ist, um sicher durch den Sand zu gehen; sodann kommt das Rhinoceros, welches drei mit Hufen versehene Zehen hat; dann der Hippopotamus (Flußpferd) und das Schwein, welche vier Hufe haben, und endlich der Elephant mit fünf Hufen. Auf diese Hufthiere folgt eine andere Reihe, wo anstatt der Hufe nur Nägel oder Klauen vorhanden sind. Dieß ist der Fall bei allen denjenigen Fleischfressern, welche von der ihnen eigenthümlichen Stellung auf den Zehen, Zehengänger (Digitigrades) heißen. Auf diese folgen die Sohlengänger (Plantigrades), wie der Bär, der Dachs, der Igel und der Maulwurf, welche mit der ganzen Sohle auf den Boden auftreten und daher von ihren Vordertatzen mehr Gebrauch machen können. Dasselbe kommt bei vielen Nagethieren und Beutelthieren vor. Dieß führt uns nun zur Familie der Vierhänder (Quadrumana), welche die Affen- und Meerkatzenarten in sich enthält. Diese Thiere sind dadurch ausgezeichnet, daß die innere Zehe derselben genau von den andern unterschieden ist und, wie der Daumen des Menschen, den andern opponirt werden kann, wodurch diese Thiere offenbar vier Hände erhalten.

Die Vierhänder bieten die größte Annäherung zur menschlichen Bildung dar. Sie sind die natürlichen Bewohner der Wälder, ihrer ganzen Körperstructur nach dazu geschaffen, Bäume zu erklettern, sich an den Aesten festzuhalten und mit Sicherheit, Leichtigkeit und Behendigkeit von einem Aste zum andern zu springen. Hier sind sie zu Hause, hier können sie das Futter bekommen, das ihrer Natur am angemessensten ist, hier können sie mit Schlangen und andern Feinden am leichtesten kämpfen, indem sie zu ihrer vollkommenen Sicherheit auf beweglichen Zweigen ihre Stellung einnehmen oder an ihren Extremitäten aufgehängt, sich lustig in der Luft hin und her schaukeln. Sowohl ihre Füße als auch ihre Hände sind daher zum Ergreifen eingerichtet und manche Arten derselben haben noch überdieß einen langen und starken Wickelschwanz, der ein Werkzeug abgibt, das zu Ausführung aller dieser Zwecke dient. Daher ist

die natürlichſte Stellung dieſer Thiere weder die horizontale der andern Quadrupeden, noch die aufrechte des Menſchen, ſondern eine, die zwiſchen dieſen beiden das Mittel hält, die halb aufrechte.

Die Betrachtung der Gewohnheiten der Vierhänder aus dieſem Geſichtspuncte läßt uns auf die meiſten Eigenthümlichkeiten ihrer Anlagen und der Structur ihres Körpers ſchließen, welche ſich unſerer Beobachtung darbieten. Da der Kopf nicht wie bei andern Thieren an dem Ende eines horizontalen oder gebogenen Nackens befeſtigt iſt, ſo wird er in der gewöhnlichen Stellung hauptſächlich von den Halswirbeln getragen. Die größere Entwickelung des Gehirnes, und beſonders der hintern Lappen deſſelben, hat eine Erweiterung des Hinterhauptbeines in dieſer Richtung zur Folge; und da ein Theil des Gewichtes des Kopfes von dem erſten Halswirbel (Atlas) getragen werden ſollte, ſo ragt der hintere Theil der Schädelknochen nach hinten über dieſen hervor, ſo daß er dazu beitragen kann, den vordern Theil des Kopfes zu balanciren. Daher iſt kein ſtarkes Nackenband erforderlich, welches man ſo allgemein bei den Säugthieren findet; man trifft es jedoch bei den Affen an, wo es aber von keiner ſehr großen Ausdehnung und ſehr ſchmal iſt.

Die Wirbelſäule hat wegen der eigenthümlichen Form ihrer Gelenke eine bedeutende Beweglichkeit und die Schwanzwirbel ſind bei den geſchwänzten Affen außerordentlich vermehrt, ſo daß ſie einen Schwanz von bedeutender Länge bilden, welcher beim Coaita (Ateles), einem amerikaniſchen Affen, durch kräftige Muskeln bewegt wird und ein Organ von großer Biegſamkeit und Stärke iſt. Die Affen haben ein völlig ausgebildetes Schlüſſelbein, der Oberarm und Oberſchenkel derſelben iſt gegenüber von andern Quadrupeden ſehr lang, der Ellenbogen und die Speiche können ſich umeinander bewegen und die Hand nähert ſich außerordentlich der menſchlichen. Der Daumen aber iſt weniger entwickelt und ſeine Muskeln ſind ſchwächer als beim Menſchen *).

*) Dem Daumen des Affen fehlen die ihm beim Menſchen eigenen Biegemuskeln (Flexor longus et brevis pollicis), welche durch einen Aſt des gemeinſchaftlichen

Sowohl die Knochen des Beckens als auch die der Füße ſind bedeutend verlängert, um den Muskeln, welche die denſelben angehörigen Theile bewegen, eine größere Länge zu verleihen. Dadurch wird die Geſchwindigkeit der Bewegung vergrößert, obgleich dagegen die Wirkſamkeit der Muskeln durch ihre ungünſtigere Stellung zu dem Knochen in nicht geringem Grade verringert wird; jedoch ſteht dieſer Vortheil mit jenem Nachtheil in gleichem Verhältniß, ſo daß doch das richtige Maß dadurch hervorgebracht wird. Das Wadenbein iſt bei dieſen Thieren von größerer Wichtigkeit als bei allen andern, denn es iſt ihm eine Art von Drehbewegung um das Schienbein verliehen, welche der Bewegung der Speiche um den Ellenbogen analog iſt und dem Fuße in ſeinen Bewegungen eine große Ausdehnung gibt, ſo daß das Bein dadurch einem Arme ähnlich wird, wie der Fuß dieſer Thiere einer Hand gleicht. Die Fußwurzel (tarsus) hat gegen die letztgenannten Beine eine leichte Neigung, welche den Füßen eine Art von Drehung mittheilt, wodurch die Sohle nach Innen gekehrt und der Affe veranlaßt wird, vornehmlich auf dem äußern Rand des Fußes zu gehen. Dieſer ſcheinbare Mangel gibt dem Gange etwas Schwankendes; in der That aber iſt dieſe Einrichtung kein Mangel, ſondern offenbar darauf berechnet, das Thier beim Erſteigen von Bäumen zu unterſtützen, und da dieß die gewöhnliche Bewegung der Affen iſt, ſo ſind dieſe klumpfußartig geſtellten Füße außerordentlich geſchickt, gegen die Stämme der Bäume ſich anzuſtemmen und die Aeſte derſelben zu ergreifen. Offenbar ſind die Affen nicht dazu gebildet, durch ihre Schnelligkeit ſich auszuzeichnen, denn die Ferſen dieſer Thiere zeigen keine ſo ſtarke Hervorragung als bei andern Säugthieren, und die Muskeln, welche ſich an denſelben befeſtigen, ſind nicht beſonders ſtark, daher kann man in der That nicht wohl ſagen, daß ſie, wie beim Menſchen, eine Wade bilden.

Beugers der Finger erſetzt werden, daher können ſie weder den Daumen für ſich bewegen, ohne die andern Finger zu krümmen, noch eine Fauſt zu machen, ohne den Daumen an dieſelbe anzudrücken oder einzuſchlagen. Bei vielen iſt der Daumen weniger entwickelt und fehlt ganz bei den vierfingerigen Affen der Familie Ateles. Anm. d. Ueberſ.

§. 12. Der Menſch.

Nachdem wir die aufeinanderfolgenden Entwicklungen aller Elemente, welche zur Bildung des characteriſtiſchen Typus der Säugthiere beitragen, verfolgt haben, ſo kommen wir zur höchſten Vollendung derſelben im menſchlichen Organismus. Abgeſehen von den Vorzügen der Intelligenz und des Anſchauungsvermögens, durch welche der Menſch ſo hoch über der Thierwelt ſteht, ſtellt ihn ſowohl die phyſiſche Structur und phyſiologiſche Conſtruction ſeines Körpers unzweifelhaft auf die höchſte Stufe der auf der Erde lebenden Weſen. Wenn man freilich den Menſchen zoologiſch betrachtet, ſo muß er unter die Säugthiere gezählt werden und nähert ſich ſogar bedeutend dem Affengeſchlechte; es ſind aber doch in ſeiner Körperbildung gewiſſe Eigenthümlichkeiten vorhanden, welche den Menſchen berechtigen, eine eigene Ordnung einzunehmen, wo er, geſchieden von jeder nähern Verwandtſchaft mit niederern Creaturen, durchaus allein daſteht und ſich weit über alle erhebt *).

Dieſe Ueberlegenheit des Menſchen kann aber nicht in einer größern Ausbildung irgend einer einzelnen phyſiſchen Qualität oder Function begründet werden, denn in jeder einzelnen derſelben wird der Menſch von gewiſſen niederern Thiergattungen übertroffen. Die hauptſächlichſte Vollkommenheit ſeines Körpers beſteht darin, daß er die Kräfte deſſelben auf eine unverhältnißmäßig größere Mannichfaltigkeit von Gegenſtänden anwenden kann, und daß die Sphäre ſeiner Thätigkeiten weit ausgebreiteter iſt. Gleichwie die Schönheit eines Gebäudes nicht von der vollendeten Ausarbeitung eines einzelnen Theiles deſſelben abhängt, ſondern das Reſultat der mit dem Zwecke, zu wel-

*) Wir können uns mit der hier ausgeſprochenen Anſicht des gelehrten Verfaſſers nicht unbedingt vereinigen, indem wir der Meinung ſind, daß die anatomiſchen Unterſchiede des Menſchen von den ihm ſo nahe ſtehenden höhern Affengattungen denſelben nicht ſo weit über das Thierreich erheben, als der Verfaſſer anzunehmen geneigt iſt; und daß auf der andern Seite, wie wir im zweiten Bande gehörigen Orts zeigen werden, der Menſch ſich in Abſicht auf den Bau des Gehirnes und die Qualität ſeiner geiſtigen Kräfte nicht viel von dem Thiere unterſcheidet. Der Uebergang vom Europäer, als der ausgebildetſten Gattung, zum Thier, erſcheint freilich ſehr ſchroff, aber der von den weniger ausgebildeten und nur einer geringen Ausbildung fähigen Gattungen dürfte weder anatomiſch noch pſychologiſch ſchwer nachzuweiſen ſeyn. Anm. d. Ueberſ.

chem es erbaut wurde, übereinstimmenden Verhältniſſe iſt, ſo muß der Vorzug der Organiſation des Menſchen in dem ausgeſuchten Ebenmaß und der vollkommenen Harmonie, welche ſich in allen Theilen ſeines Körpers zeigt und durch das ganze Syſtem der Functionen deſſelben hindurchgeht, geſucht werden. Der Plan ſeiner Körperbildung und animaliſchen Oeconomie ſtrebt nach ganz verſchiedenen und viel höheren Zwecken, als wir bei der Betrachtung der niedern Thiere gefunden haben. Der Menſch iſt dazu beſtimmt, eine intellectuelle, ſociale und moraliſche Exiſtenz zu haben, und daher iſt jeder Theil ſeiner Organiſation auf dieſe erhabenen Zwecke ſeines Lebens gerichtet und nach denſelben modificirt. Dieß wird dann am deutlichſten in die Augen ſpringen, wenn wir an die Unterſuchung derjenigen Organe kommen, welche die Thätigkeiten des Empfindungs- und Anſchauungsvermögens vermitteln; doch auch hier ſogar, wo wir auf die mechaniſchen Verhältniſſe ſeiner Körperbildung unſer Augenmerk zu richten haben, ſind hinreichende Beweiſe zu Beſtätigung dieſer allgemeinen Anſicht vorhanden.

Der Menſch iſt unter den Säugthieren das einzige Beiſpiel von einem Thiere, welches die aufrechte Stellung immer beibehalten kann, und bei welchem das Geſchäft, den Rumpf zu tragen, ausſchließlich den hintern Extremitäten angehört. Die Form und Art der Anordnung aller Theile der knöchernen Unterlage ſeines Körpers und die Lage und Einrichtung ſeiner Sinnesorgane haben daher eine ſehr beſtimmte Beziehung zu dieſer Art der Stellung des Körpers *). Die hintern (untern) Gliedmaßen

*) Bei den meiſten Quadrupeden iſt, wie wir geſehen haben, der Durchmeſſer des Bruſtkaſtens am größten von der Wirbelſäule gegen das Bruſtbein zu gemeſſen, indem derſelbe von beiden Seiten zuſammengedrückt iſt, offenbar um die vordern Extremitäten einander näher zu bringen damit ſie um ſo leichter den vordern Theil des Körpers unterſtützen könnten. Beim Menſchen dagegen iſt der Bruſtkorb von vorn nach hinten zu abgeflacht und hat in der Breite einen größern Durchmeſſer als in der Tiefe; denn auf dieſe Weiſe werden die Schultern am beſten nach außen gebracht und den Bewegungen der Arme ein freierer Spielraum gegeben.

Daſſelbe iſt auch der Fall bei den Affen und Fledermäuſen. Anm. d. Ueb.

sind, vermöge ihrer größern Länge und ihrer stärkern Muskeln, im Vergleiche mit den meisten andern Quadrupeden besonders zu kräftigen Fortbewegungsorganen geschaffen. Die einzigen Ausnahmen von dieser Regel kommen bei denjenigen Thieren vor, welche ausschließlich zum Springen bestimmt sind, wie das Känguruh und der Springhase (Jerboa), bei welchen aber die Hinterfüße nur zu dieser Gangart und nicht zum Schreiten angewandt werden. Bei den Vierhändern aber, welche der menschlichen Form näher stehen, als irgend eine andere Thierfamilie, sind die hintern Gliedmaßen verhältnißmäßig schwächer. Fast bei allen andern Quadrupeden kommt ein weit größeres Mißverhältniß vor, indem der Schenkel kurz ist und mit den Muskeln des Rumpfes in der genauesten Verbindung steht, der übrige Fuß hingegen sich sehr schlank verhält und von keinen beträchtlichen Muskelmassen umgeben ist.

Die Gelenkflächen des Kniegelenkes sind bei dem Menschen breiter als bei allen andern Säugthieren und lassen eine größere Beweglichkeit zu, als bei diesen, daher kann der Unterschenkel mit dem Oberschenkel in eine gerade Linie gebracht werden und bildet eine feste und starke Säule zur Unterstützung des Rumpfes, wobei der lange Hals des Oberschenkelbeines zugleich eine vollständigere Kreisbewegung zuläßt. Das Becken bietet eine breite und weite Höhle dar, welche offenbar dazu dient, das Gewicht der Verdauungsorgane zu tragen, welche vornehmlich auf der breiten Ausdehnung der Darmbeine aufliegen, welche bei den Säugthieren, wo sie kein solches Gewicht zu tragen haben, im Verhältniß bedeutend schmäler sind.

Die Basis, auf welcher der ganze Körper in der aufrechten Stellung ruht, wird durch die Zehen und Ferse gebildet, daher das Fersenbein unter einem rechten Winkel nach hinten von dem Unterfuß absteht. Zwischen diesen beiden Stützpuncten hat der Fuß eine Höhlung, welche sich nach zwei Richtungen, sowohl von hinten nach vorn als von einer Seite zur andern hin, erstreckt, so daß sie ein doppeltes Gewölbe bildet. Dadurch wird dem Fuße Stärke und Elasticität verliehen und zugleich für den

Durchgang der Sehnen und Zehen, welche von den stärkern Muskeln des Fußes von hinten nach vorwärts gehen, ein freier Raum übrig gelassen, welcher zugleich zum Anlagerungsorte für die kleinern Muskeln, die an jedem einzelnen Gelenke befestigt sind, und zum Schutze für die verschiedenen Nerven und Blutgefäße dient, die sich in allen diesen Theilen verzweigen. Die Concavität des Fußes hat ferner den Vortheil, daß derselbe an den Unebenheiten des Bodens, auf welchen wir treten, einen festern Halt gewinnt. Die Muskeln, welche die Ferse erheben und die Wade bilden, sind von beträchtlicher Größe und Stärke, wobei sie zugleich durch die Hervorragung des Fersenbeines, an welches sich die vereinigten Sehnen dieser Muskeln befestigen, bedeutend an Wirksamkeit gewinnen. In allen diesen Beziehungen bietet die Structur des Menschen bedeutende Vortheile vor der des Affen dar, und namentlich wenn man dieselben im Verhältniß mit den Zwecken betrachtet, für die sie geschaffen sind.

Wenn wir unser Augenmerk auf die Art und Weise richten, wie der Kopf mit der Wirbelsäule in Verbindung steht, so ist es uns unmöglich, daran zu zweifeln, daß die Natur den Menschen von Anfang an zu einer aufrechten Stellung bestimmt habe. Die ungeheure Entwicklung des Gehirnes und der Knochen, welche dasselbe umschließen, vergrößern dasjenige Gewicht des Schädels, welcher hinter dem Gelenke mit dem ersten Halswirbel liegt, so beträchtlich, daß das Gleichgewicht des Ganzen sich um vieles günstiger verhält, als bei den Affen, wo noch immer das Gewicht des vordern Theiles des Kopfes überwiegt. Die Muskeln, welche den Kopf gegen den Nacken nach hinten zu biegen, um ihn in seiner natürlichen Lage zu erhalten, mußten daher nicht so stark seyn als bei den Quadrupeden, und namentlich bei denjenigen, welche ihr Futter auf dem Boden zu suchen haben und Maul und Augen abwärts kehren, um ihrer Nahrung nachzugehen. Eine solche nach abwärts gerichtete Stellung würde in die Länge für den Menschen wegen der Schwäche der Nackenmuskeln und der Abwesenheit eines starken Nackenbandes, welches sonst bei der gewöhnlichen horizontalen Lage

des Kopfes der vierfüßigen Thiere das Gewicht deſſelben trägt, außerordentlich anſtrengend ſeyn.

„Pronaque cum spectant animalia cætera terram,
Os homini sublime dedit, cælumque tueri
Jussit, et erectos ad sidera tollere vultus.“ — *Ovid.*

Der Raum, welchen die beiden Füße einnehmen, iſt im Vergleiche mit der breiten Baſis, welche zur Unterſtützung der vierfüßigen Thiere dient, außerordentlich ſchmal, daher die Feſtigkeit, mit welcher der menſchliche Körper auf dem Boden ſteht, ziemlich gering iſt. Die Statue eines Elephanten würde auf einer ebenen Oberfläche ohne die Gefahr umzufallen, ganz ſicher ſtehen; aber die Statue eines Menſchen, welche in der gewöhnlichen Stellung auf ihren Füßen ſtünde, würde durch den kleinſten Stoß umgeworfen werden. Es iſt klar, daß wenn in einem lebenden Körper der Schwerpunct deſſelben nur einen Moment außerhalb ſeiner Baſis fällt, ihn keine Muskelkraft vor einem Falle ſchützen kann. Die Thätigkeit der Muskeln wird aber immerwährend dazu angewandt, der Biegung der Gelenke, welche unter dem Gewichte zuſammenbrechen würden, zuvorzukommen. Bei den vierfüßigen Thieren iſt dafür eine geringere Kraftanſtrengung erforderlich, und das Stehen iſt für ſie, wie wir geſehen haben, vergleichungsweiſe eine Art des Ausruhens. Beim Menſchen hingegen wird dabei faſt ein eben ſo großer Aufwand an Muskelkraft erfordert als beim Gehen. Soldaten, welche auf der Parade ſtehen müſſen, werden dadurch mehr ermüdet, als durch einen eben ſo lange dauernden Marſch. Genau genommen, iſt es in der That ſogar für den kräftigſten Mann eine Unmöglichkeit längere Zeit hindurch genau in derſelben Stellung ſtehen zu bleiben. Die Muskeln, welche dadurch in Thätigkeit geſetzt werden, ermüden bald und müſſen dadurch erleichtert werden, daß ſie die Unterſtützungspuncte wechſeln, um während ihrer Ruhe andere in Thätigkeit zu verſetzen. Dadurch wird das Gewicht des Körpers abwechslungsweiſe von einem Fuß auf den andern gebracht, und das Stehen beſteht in der That aus einer Reihe kleiner und unmerklicher Bewegungen, durch welche der Schwerpunct beſtändig von einem

Theile der Basis auf einen andern übertragen wird, wobei dem Fallen auf irgend eine Seite durch eine unmerkliche Bewegung in der gegenseitigen Richtung schnell entgegengewirkt wird. Lange Gewohnheit bewirkt, daß wir dieser Kraftäußerungen nicht mehr bewußt werden, welche wir nichtsdestoweniger immer ausführen; bei einem Kinde aber, welches das Gehen erst lernt, sehen wir, daß es nur nach und nach diesen Thätigkeiten den rechten Vortheil abgewinnt. Es ist dieß eine von jenen Künsten, die es sich erst aneignen muß und die ihm in seiner Lehrzeit manche peinvolle Anstrengung und manchen seinen Muth auf die Probe setzenden Fall kostet. Wo aber die Natur Lehrmeisterin ist, da macht der Schüler schnelle Fortschritte im Lernen; und sobald die Muskeln die gehörige Stärke erlangt haben, so wird das Kind im Balanciren seines Körpers in den verschiedenen Stellnngen Meister und vergißt in kurzer Zeit die Anstrengung, welche ihm die Ausübung dieser Kraftäußerungen verursacht, so daß es deren nicht mehr bewußt wird.

Beim Gehen besteht die erste Bemühung darin, daß man versucht, das ganze Gewicht des Körpers einem Fuße zu übertragen, indem man denselben auf dem Boden zu fixiren strebt; und dann erst wird der andere Fuß frei gemacht und vorwärts gesetzt. Dadurch kommt der Schwerpunct nach vorn, bis er über die Basis des Fußes hinausfällt. Würde in dieser Stellung der Körper nicht aufgefangen, so würde er nothwendiger Weise vorwärts zu Boden stürzen, was aber dadurch verhindert wird, daß der andere Fuß zu derselben Zeit auf den Boden gesetzt wird. Würde dieses Fallen des Körpers nicht so unmittelbar gehemmt, so wäre es deutlich zu bemerken, wie wir dieß auch wahrnehmen können, wenn bei unvorsichtigem Gehen der Fuß, welcher vorwärts gebracht war, auf eine niederere Stufe kommt als wir berechnet hatten; in welchem Fall der Körper, dem durch das tiefere Herabsteigen eine bestimmte Schnelligkeit mitgetheilt wird, durch das Hemmen dieser Schnelligkeit einen unangenehmen Stoß erhält, welcher sich der ganzen Maschine mittheilt.

Indem so das Gewicht des Körpers abwechslungsweise von einem Fuße auf den andern übergeht, geschieht es nicht nur,

daß der Schwerpunct ſich erhebt und wieder fällt, wodurch er bei jedem Schritte einen kleinen Bogen beſchreibt, ſondern er macht auch Schwingungen von einer Seite zur andern, ſo daß die Reihenfolge von krummen Linien, welche dadurch beſchrieben werden, in ihrer Form ziemlich complicirt iſt. Dieſe wellenförmigen Bewegungen des Körpers von einem Fuße zum andern würden aber ſchwerlich mit einer vollkommenen Gleichmäßigkeit auf beiden Seiten ausgeführt werden, wenn wir uns nur auf die Gefühle verlaſſen wollten, die uns durch die Muskeln mitgetheilt werden, und wenn wir dieſelben nicht durch das Geſicht oder durch eine andere Sinnesthätigkeit leiten würden. Ein Blindgeborner kann daher nicht weit in gerader Richtung gehen, ſondern wird auf einem ganz ebenen Platze entweder mehr zur Rechten oder zur Linken abweichen.

Bei allen Quadrupeden, und ſogar auch bei den Vierhändern, tragen die vordern Extremitäten mehr oder weniger zur Unterſtützung und Fortbewegung des Körpers bei, und nur beim Menſchen allein ſind ſie vollkommen dieſer Function überhoben, und können nach Belieben andern Zwecken dienen und als Werkzeuge des Ergreifens und Taſtens angewandt werden. Der Arm und die Hand des Menſchen ſind, auch nur vom Geſichtspuncte der Mechanik aus betrachtet, Organe von einer nicht übertroffenen Vortrefflichkeit, wenn es darauf ankommt, eine ſchrankenloſe Mannichfaltigkeit von Bewegungen und Kraftäußerungen auszuführen, welche ſowohl Stärke als Zartheit und Präciſion erheiſchen; und betrachten wir dieſelben in Beziehung zu den intellectuellen Kräften, denen ſie dienen, ſo ſind ſie uns ein klares Zeugniß von dem göttlichen Urquell, dem dieſes ausgeſuchte Kunſtwerk und dieſe bewundernswerthen Einrichtungen ihren Urſprung verdanken, welche ganz dazu geſchaffen ſind, in unſerm Buſen die tiefſte Ehrfurcht zu erwecken und in unſer Herz ein unaustilgbares Staunen einzugraben.

Die Darſtellung des Details über die mechaniſche Bildung der menſchlichen Hand in Beziehung auf ihren Nutzen würde allein eine ganze Abhandlung ausmachen; ich muß mich daher

der Verfolgung dieses interessanten Gegenstandes enthalten, besonders, da glücklicher Weise diese Arbeit einem Manne übertragen worden ist*), der bei weitem fähiger war, sie auszuführen, als ich selbst.

X. Capitel.

Von den Wirbelthieren, welche fliegen können.

§. 1. Federlose Wirbelthiere, welche zum Fluge geschaffen sind.

Es gibt in der Mechanik wenige Probleme, welche größere practische Schwierigkeiten darbieten, als das, daß ein thierischer Körper sich vom Boden erhebe und schnell durch die Luft sich bewege, obgleich er, den Thierclassen angehörig, welche der höhern Lebensfunctionen theilhaftig sind, manch schweres Organ besitzt, welches zur Ausführung seiner Lebensbedingungen erforderlich ist. Die Natur hat dasselbe aber nicht nur in den unzählbaren Gattungen der kleinern wirbellosen Thiere, sondern auch in den festern und massivern Organisationen, welche dem Typus der Wirbelthiere angehören, ausgeführt. Dem zu erreichenden Zwecke wurde in allen Fällen hier ohne die Anwendung anderer als der gewöhnlichen Elemente dieser Organisationen entsprochen; aber obgleich diese auf eine besondere Weise modificirt wurden, so blieben sie doch im Wesentlichen dieselben und wurden durch die nämlichen Entwicklungsgesetze geleitet, welche wir im ganzen

*) Sir Charles Bell schrieb das Buch über die Hand. Es bildet den ersten Band der deutschen Ausgabe der Bridgewater-Bücher.

System wahrnehmen. Die Anwendung dieser Elemente auf die Bildung eines seinem Wesen nach so feinen Apparates, wie der, welcher das Fliegen erfordert, ist, erforderte die größte Umsicht, den best angelegtesten Plan und die künstlichste Verwendung der vorhandenen Mittel. Die Grundlagen zu dieser besondern Form des Mechanismus wurden schon in der ersten Bildung des Embryo gelegt und eine lange und merkwürdige Reihe von vorbereitenden Veränderungen mußten vor der Vollendung der nöthigen Gebilde stattfinden. In den Verwandlungen der Insecten, welche in dem letzten Stadium ihrer Entwicklung den höchst möglichsten Grad der Vollendung, der mit dem Typus der Ringthiere vereinbar ist, darboten, haben wir bereits davon ein merkwürdiges Beispiel gehabt. Auf gleiche Weise zeigen uns die Vögel die höchste Vollendung der Bildung eines Mechanismus, der durch die Entwicklung der Structur der Wirbelthiere erreicht werden kann.

Die Fähigkeit zu fliegen hängt sowohl von dem Widerstande der Luft ab, welchen dieser Körper den Gegenständen, welche sich durch ihn bewegen, entgegensetzt, als auch von der mechanischen Wirkung des Impulses, welchen die sich hindurchbewegenden Organismen ausüben. Bei den gewöhnlichen Bewegungen unserer eigenen Körper ist dieser Widerstand der Luft kaum bemerklich, und so gering, daß er kaum unsere Aufmerksamkeit auf sich zieht. Er verstärkt sich aber, je größer die Oberfläche wird, welche auf die Luft wirkt, und noch weit mehr, je größer die Geschwindigkeit des sich bewegenden Körpers ist; diese Vergrößerung steht aber nicht in gleichem Verhältniß mit der Geschwindigkeit, sondern mit dem Quadrate derselben, wenn es nicht noch größer ist. Daher sind dazu, daß ein Thier fliege, zwei Hauptsachen erforderlich: erstens müssen die Flügel, oder die auf die Luft wirkenden Organe eine beträchtliche Ausdehnuug in ihrer Oberfläche haben, und zweitens muß eine hinreichende Muskelkraft vorhanden seyn, um diese Werkzeuge mit großer Schnelligkeit zu bewegen. Beide Vortheile finden wir in den vordern-Extremitäten der Vögel vereinigt und keine andere Thierclasse besitzt dieselben in solcher Vollendung. Kein Quadruped,

die Fledermaus ausgenommen, hat, wie sehr es auch durch ausgebreitete Oberflächen unterstützt seyn mag, hinlängliche Muskelkraft, um die Luft mit der für den Flug nöthigen Kraft zu bewegen. Keine Erfindung des menschlichen Geistes hat eine Mechanik hervorgebracht, um die dädalische Kunst des Fluges in den Bereich der menschlichen Fähigkeiten zu bringen, und wenn auch die möglichst leichtesten Schwingen mit der größten Kunst an den Körper so befestigt würden, daß ihnen die vollste Wirkung durch die Bewegung der Glieder gegeben würde, so würde doch die Muskelthätigkeit nicht hinreichen, den Körper auch nur um weniges von dem Boden zu erheben.

Wir finden indessen in jeder der vier Classen der Wirbelthiere Beispiele von einer Annäherung zu dieser Fähigkeit. Beim fliegenden Fisch (Exocetus) sind die Brustflossen von außerordentlicher Größe, welche offenbar dazu dienen, dem Thiere die Fähigkeit zu verleihen, sich über den Wasserspiegel erheben zu können und es ihm sogar möglich machen, sich eine kurze Zeit hindurch in der Luft zu halten. Jedoch sind die größten Anstrengungen dieses Thieres nicht im Stande, dasselbe länger als einige Augenblicke in dem fremden Elemente zu erhalten, und es kann nicht höher als fünf bis sechs Fuß über die Oberfläche des Wassers sich erheben.

Eine Eidechsenart, welche die fliegende Eidechse (Draco volans) heißt, hat einen ganz eigenthümlich eingerichteten Apparat, welcher zwei an den Seiten des Rückens befestigten Flügeln, welche die hintern und vordern Extremitäten frey lassen, ähnlich sieht. Mit Hülfe dieser beweglichen Flügel kann das Thier von den Spitzen der Bäume herab oder von einem Zweige zum andern flattern; dieß ist aber der äußerste Flug, der mit diesen unvollkommenen Organen ausgeführt werden kann. Physiologisch betrachtet, ist die Construction dieser anomalen Glieder außerordentlich merkwürdig. Man sieht hierin, wie die Natur, wenn sie neue Zwecke ausführen will, immer zu Modificationen gewisser, schon in dem Körper vorkommender Gebilde schreitet, ehe sie neue Organe schafft oder solche hervorbringt, von welchen nicht schon der Prototyp in der Körperbildung der betreffenden Thier-

familie liegt. Schon die vergleichend anatomiſche Unterſuchung der Organe der Fortbewegung liefert uns häufige Beſtätigungen dieſes Geſetzes. Beſonders die Rippen ſind nicht ſelten der Gegenſtand von Formveränderungen, wodurch ſie eine von ihrer urſprünglichen Beſtimmung, der Unterhaltung der Reſpiration, ganz verſchiedene Funktion erhalten. Dieß haben wir bei den Schildkröten geſehen, wo ſie ſo ſehr ausgedehnt ſind, daß ſie den Rückenſchild bilden, und ſich alsdann mit dem auf ähnliche Weiſe vergrößerten Bruſtbein verbinden, wodurch mit Beihülfe der knöchernen Anhängſel (appendices sterno-costales), welche zwiſchen beiden vorhanden ſind, für den Körper eine knöcherne Hülle gebildet wird. Bei den Schlangen werden wiederum die Rippen als Organe der Fortbewegung benützt, ſie erfüllen alle Funktionen der Schenkel und haben anſtatt eigentlicher Füße nur die Bauchſchilder, welche an ihren Enden befeſtigt ſind. Die Nackenwirbel der Cobra de Capello oder Brillenſchlange (Coluber naja), welche in Oſtindien zu Hauſe iſt, bilden die mechaniſche Unterlage für eine Erweiterung der Haut des Nackens, welche eine Art von Mütze bildet, die nach dem Gefallen des Thieres aufgerichtet und geſenkt werden kann. *) Dieſe Rippen haben mit der Reſpiration des Thieres gar nichts zu thun.

Bei der fliegenden Eidechſe, Draco volans, welche mit Werkzeugen begabt iſt, die ihr die Fähigkeit verleihen, auf ziemliche Entfernungen durch die Luft zu flattern, ſind es wiederum die Rippen, welche dem dazu nöthigen Apparate zur Stütze dienen. An den Rückenwirbeln ſind die acht letzten Rippen auf jeder Seite bei dieſem Thier, anſtatt wie gewöhnlich einwärts gekrümmt zu ſeyn, und ſo zur Bildung des Bruſtkorbes beizutragen, auswärts gerichtet und ungewöhnlich verlängert, zugleich aber mit einer dünnen Haut überzogen, welche von den allgemeinen Bedeckungen herrührt. Die Muskeln, welche ſonſt die Rippen bewegen, ſind vorhanden und außerordentlich kräftig; ſie dienen dazu, dieſe ſo ſonderbar geformten Schwingen

*) Philos. Trans. for 1804, p. 346.

nach dem Gefallen des Thieres während seiner kurzen Sprünge durch die Luft in Bewegung zu setzen.

Unter den Säugthieren treffen wir einige Gattungen an, welche mit einer breiten Membran versehen sind, die aus einer gleich einem Mantel zwischen den vorderen und hinteren Extremitäten ausgespannten Hautfalte bestehen und dem Thiere die Fähigkeit verleihen, durch die Luft zu flattern und während dem Herabspringen von den Aesten eines Baumes die Gewalt des Falles zu brechen. Einrichtungen dieser Art finden sich beim fliegenden Eichhorn (Sciurus volans) und bei einigen andern Gattungen derselben Familie. Weit mehr entwickelt kommt dieses Organ beim fliegenden Maki (Galeopithecus, Lemur volans) vor. Der Widerstand, den diese breiten Hautfalten der Luft entgegensetzen, wenn die Glieder ausgespannt sind, verleihen dem Thiere das Vermögen, von beträchtlichen Höhen vollkommen sicher sich durch die Luft herabzubewegen; diese Anhängsel des Körpers sind aber blos Fallschirme und keine Flügel, und keines der damit versehenen Thiere kann mit Hülfe derselben auch trotz der größten Anstrengung seiner Muskel sich von dem Boden erheben oder sich auch nur einen Augenblick in der Luft an einer Stelle schwebend erhalten.

Das einzige vierfüßige Thier, wo man eigentlich sagen kann, daß es mit Flugkraft versehen sey, ist die Fledermaus. Bei diesem Thiere sind diejenigen Theile des Skeletes (F, Fig. 153), welche den Fingergliedern (Phalangen) entsprechen, ungeheuer verlängert, und die Brustmuskeln, welche die vorderen Extremitäten bewegen, von einer ungewöhnlichen Größe und Stärke. Bei den größeren Gattungen ist jeder Flügel wenigstens zwei Fuß lang. Die feine Membran, welche zwischen diesen verlängerten Fingern ausgespannt ist, beginnt an den Seiten des Halses und erstreckt sich den Körper entlang, indem sie bis zu der Spitze der hinteren Extremitäten reicht, welche sie mit Ausnahme der Zehen in ihre Falten einschließt. Durch diese Einrichtung ist nicht nur die Oberfläche, durch welche auf die Luft gewirkt wird, von hinlänglicher Ausdehnung, sondern es ist auch hinreichende Muskelkraft vorhanden, um

den Bewegungen, welche der Flügel zu machen hat, jene ſchnellen und energiſchen Vibrationen mitzutheilen, welche beim Fluge erfordert werden, ſo daß dieſe Gebilde, ob ſie gleich von Vogelflügeln durchaus verſchieden ſind, vollkommen die Funktionen eines wirklichen Flügels zu erfüllen im Stande ſind. Die Fledermaus fliegt mit vollkommener Leichtigkeit und ſogar dann, wenn ſie eines oder zwei ihrer Jungen mit ſich nimmt. Sehr lange Strecken kann ſie aber nicht im Fluge zurücklegen.

Die Conſtruction des Skeletes dieſer Thiere iſt gänzlich für die neue und wichtige Funktion des Fluges eingerichtet. Der Bruſtkorb iſt weit und geräumig, ſo daß, während das Thier fliegt, der Reſpiration kein Hinderniß in den Weg gelegt, zugleich aber den großen, zum Fluge nothwendigen Muskeln ein hinreichend breiter Raum zu ihrer Befeſtigung dargeboten wird. Die Schulterblätter (S) ſind breit und beſitzen eine eigenthümliche Form, ſo daß ſie an dem breiten Bruſtkorb bedeutend von einander entfernt ſind; der Rabenſchnabelfortſatz derſelben iſt ebenfalls ſehr groß und gegen das Bruſtbein hin gerichtet. Das Schlüſſelbein (C) iſt von außerordentlicher Größe und Länge, größer als das Schulterblatt und das Bruſtbein, und auf eine merkwürdige Weiſe gekrümmt. Das Bruſtbein iſt ſehr entwickelt, nach der Seite zu ausgedehnt und mit einer längs der Mitte der unteren (vorderen) Fläche verlaufenden hervorragenden Gräte verſehen. Das Oberarmbein (H) iſt kurz, aber ſtark; offenbar deßwegen, weil es, wenn es länger wäre, Gefahr liefe, durch die mächtigen Wirkungen der ſtarken Bruſtmuskeln zerbrochen zu werden. Da bei der Bildung des Flügels hauptſächlich darauf geſehen werden mußte, daß derſelbe die gehörige Stärke bekomme, ſo war eine drehende Bewegung bei den Knochen des Vorderarmes nicht nur nicht nöthig, ſondern auch ſchädlich, daher wir ſie in einen Knochen verſchmolzen finden (R); oder beſſer, von dem Ellenbogen iſt nur das Olecranon oder der Ellenbogenfortſatz entwickelt, der mit der Speiche vollkommen verwachſen iſt.

Dieſe Vortheile in der Ausbildung der vorderen Extremitäten

wurden auf Kosten der hinteren erhalten, welche zu schwach sind, um das Gewicht des Körpers in der für das Gehen nothwendigen aufrechten Stellung zu tragen, indem der Schwerpunkt zwischen die Flügel fällt. Auf einer Ebene kann daher die Fledermaus nur durch eine Art Kriechen oder Hüpfen vorwärts kommen. Ueberhaupt ist die ganze vordere Hälfte des Rumpfes weit entwickelter, als die hintere, welche in ihrem Wachsthume gehemmt zu seyn scheint. Das Becken (P) ist im Vergleich mit den übrigen Theilen des Skeletes sehr klein; die Schambeine sind nach hinten zu verlängert und nur an einer kleinen Stelle mit einander verbunden. Die ganze hintere Extremität ist kurz, der Oberschenkel (f) verhältnißmäßig lang und das Wadenbein ein sehr zarter Knochen, der aber von dem Schienbein getrennt ist (T). Der geringe Grad von Beweglichkeit, der unter diesen Knochen statt findet, gewährt dem Thiere den Nutzen, daß es sich mit den Füßen an Karnießen oder andern hervorstehenden Theilen der Dächer, an welchen das Thier sich zu befestigen pflegt, aufhängen kann, so daß der Kopf abwärts gerichtet ist. Offenbar wird dieß dadurch erleichtert, daß die Zehen alle nach hinten gerichtet, gekrümmt und mit scharfen Klauen bewaffnet sind. Von der Verse ragt ein knöcherner Anhang nach innen hervor (A), welcher dazu dient, die hintere Verlängerung der Flughaut, welche sich bei vielen Gattungen zwischen den hinteren Extremitäten ausdehnt und bei denjenigen, welche einen Schwanz haben, theilweise von diesem getragen wird, zu unterstützen.

Außer den Hinterfüßen haben die Fledermäuse noch ein anderes Organ, womit sie sich aufhängen können; dieß ist nämlich der Daumen (B), welcher offenbar ganz für diesen Zweck von den Fingern, welche den Flügel tragen, abgesondert ist und an seiner Spitze eine starke Klaue besitzt, welche sogar dann, wenn die Flügel zusammengefaltet sind, hervorragt und bei der Fortbewegung als ein Organ dient, das für das Thier zum Stützpunkt wird.

§. 2. Vögel.

Nur bei den Vögeln finden wir eine Einrichtung der Organisation, welche so vollkommen als möglich einen schnellen und ausgiebigen Flug bewirken kann; die Gestalt des Skeletes dieser Thiere, die Figur, Stellung und Structur der Flügel, die Größe der Muskeln und die eigenthümliche Beschaffenheit der Irritabilität derselben und sogar die äußerlich sichtbaren Körperverhältnisse derselben haben durchaus eine unmittelbare und schöne Beziehung zu den Eigenthümlichkeiten des Elementes, in dem sie von der Natur bestimmt sind, sich zu bewegen. Ihrer Körperbildung liegt ein neues, und soweit sich dieselbe auf die Organe der Bewegung bezieht, ein höher entwickelter Typus zu Grunde; ohne daß die Uebereinstimmung mit dem Plan der Organisation der Wirbelthiere und mit den allgemeinen Gesetzen ihrer Entwicklung im Geringsten verlassen wäre.

Das Skelet der Vögel hat dieselben wesentlichen Theile, wie das aller andern Wirbelthiere; und obgleich die Knochen der vorderen Extremität ausschließlich dazu bestimmt sind, dem Flügel zur Unterlage zu dienen, so haben sie dieselben Abtheilungen und bestehen nur aus den gewöhnlichen Elementen. Dabei ist die Form des Körpers im Allgemeinen ganz vortrefflich dazu geeignet, mit dem geringsten Widerstande durch die Luft zu gleiten. Da die Vögel ihr Futter ganz hinabschlingen, haben sie nicht einen Theil des schweren Apparates harter und fester Zähne nöthig, noch brauchen sie die starken Muskeln und lästigen Kinnladen, welche bei den meisten Quadrupeden erforderlich sind; daher konnte der Kopf in allen seinen Dimensionen sehr verkleinert werden, und die Form des Schnabels, welcher in eine Spitze verlängert ist und die sich ihm entgegenstellende Luft durchschneidet, trägt viel dazu bei, den Vogel im Fluge zu unterstützen.

Ebenso ist in der ganzen Construction des Körpers auf das sorgfältigste jeder Umstand benützt, der demselben Leichtigkeit verleihen kann. Im Allgemeinen ist die Körpergröße der Vögel um ein beträchtliches geringer, als das Volumen entsprechender Säugthiere. Nirgends hat die Natur einem Thier von schwerem

ungefügem Körperbau, wie dem fabelhaften Pegasus, die Fähigkeit zu fliegen verliehen. Die Substanz der Knochen wurde außerordentlich verdichtet, *) so daß der höchste Grad der Stärke mit einem verhältnißmäßig geringen Gewicht des festen Materials verbunden wurde, und der mechanische Vortheil, welcher sich daraus ergibt, daß die Knochenmasse bloß peripherisch und nicht in den Mittelpunkt eindringend war, ist daher von keiner geringen Bedeutung. Das hornige Material, aus welchem die Schäfte der Federn bestehen, bildet auf gleiche Weise hohle Cylinder, welche, verglichen mit ihrem Gewichte, außerordentlich fest sind. Eine ähnliche Gestalt wurde den cylindrischen Knochen, welche Röhren von dichten aber dünnen Wänden darstellen, verliehen; die meisten andern Knochen sind ebenfalls hohl und enthalten in ihrem Innern, anstatt Mark, Luft**). Auf diese Weise erhielt das Skelet eine außerordentliche Leichtigkeit. Das Knochengerüste des weißen Pelikanes (Pelicanus onocrotalus) zum Beispiel, welches fünf Fuß in der Länge mißt, wog nach den Angaben der Pariser Academie nur zweiunddreißig Unzen, während der ganze Vogel ein Gewicht von beinahe fünfundzwanzig Pfunden hatte. Die Höhlen der Knochen stehen mit großen Luftzellen in Verbindung, welche sich durch verschiedene Theile des Körpers verzweigen und viel dazu beitragen, die specifische Schwere desselben zu vermindern. Mittelst gewisser Kanäle, welche in die Luftwege der Lungen einmünden, findet diese Luft leicht einen Ausweg, wenn sie bei dem Emporsteigen des Vogels in die höheren Luftregionen ausgedehnt wird. ***)

---

*) Der Verknöcherungsproceß geht bei dieser Thierclasse nicht nur rascher vorwärts, sondern findet auch in größerer Ausdehnung statt, als bei jeder andern; ein Beweis hiefür ist der Umstand, daß man bei den Vögeln häufig die Sehnen, namentlich die der Fußmuskeln, verknöchert findet.

**) Bei der Fledermaus ist keine Einrichtung dieser Art vorhanden, welche die Knochen leichter zu machen im Stande wäre; denn man findet in denselben, wie bei andern Säugthieren, Mark.

***) Da diese Luft im Innern des Körpers eingeschlossen ist, wo eine bedeutend erhöhtere Temperatur statt findet, so muß sie beständig

Sowohl die Verhältniſſe, in welchen die Vögel in Betreff des ſie umgebenden Mediums ſich befinden, als auch die Art ihrer Bewegung ſind denen der Fiſche ſo direct entgegengeſetzt, daß wir erwarten können, in der Bildung dieſer beiden Thierklaſſen manche Verſchiedenheiten anzutreffen, die in gegenſeitigen Beziehungen zu einander ſtehen. Schon in Abſicht auf die Structur ihrer Skelete finden ſich bei dieſen beiden Claſſen von Wirbelthieren die auffallendſten Contraſte. Bei den Fiſchen haben wir geſehen, daß der Bruſtkorb und alle Eingeweide ſo ſehr wie möglich vorwärts geſchoben ſind; die Reſpirationsorgane und der Mittelpunkt der Circulation ſind dem Kopfe außerordentlich genähert, ſo daß der Hals verſchwindet; an den Rumpf befeſtigt ſich ein langer kräftiger Schwanz, in welchem die Hauptkraft der Bewegungsmuskeln ihren Sitz hat. Bei den Vögeln hingegen liegen die Rippen und die Eingeweide, welche von denſelben eingeſchloſſen werden, ſo weit als möglich gegen das hintere Ende der Wirbelſäule zu, und ein langer und biegſamer Hals erſtreckt

in einem Zuſtande von größerer Verdünnung ſeyn, als die äußere Luft; ein Verhältniß, das einigermaßen dazu beitragen muß, den ganzen Körper leichter zu machen, als er ohne dieß wäre. Es ſcheint mir indeſſen, daß man auf dieſen Umſtand unverhältnißmäßig mehr Werth gelegt hat, als er in der That verdient. Einige ſind ſo weit gegangen, daß ſie den Körper des Vogels als einen Ballon anſahen, der mit einer leichteren Luftart angefüllt ſey, als die athmoſphäriſche Luft, und wurden in ihren Ausſprüchen der Verwunderung über die Schönheit und Zweckmäßigkeit einer Einrichtung, welche einen lebenden Körper in eine aëroſtatiſche Maſchine verwandle, gar zu verſchwenderiſch. Eine nüchternere Betrachtung dieſes Gegenſtandes wird hinreichen, zu zeigen, daß der Betrag der Vortheile, welche aus der Verminderung des Körpergewichtes durch den Unterſchied in der Temperatur der in dem Körper eingeſchloſſenen und der der athmoſphäriſchen Luft entſpringen, ganz unbedeutend iſt. Ein jeder, der ſich die Mühe geben will, die wirkliche Verminderung des Gewichtes, welche unter den günſtigſten Umſtänden aus dieſer Urſache entſpringt, zu berechnen, wird finden, daß dieſe ſelbſt in den Körperhöhlen des größten Vogels nie mehr, als wenige Grane überſteigen kann.

ſich von dem Rumpfe gegen den Kopf hin, welcher auf dieſe Weiſe bedeutend vorgeſchoben wird. Dieſe Verhältniſſe kann man ganz deutlich an dem Fig. 154 abgebildeten Skelete eines Schwanes wahrnehmen. Bei dem Fiſch wird die Fortbewegung vornehmlich durch die Wirkung des Schwanzes bedingt, welcher dem Körper abwechſelnde Impulſe von einer Seite zur andern ertheilt, beim Vogel hingegen ſind die einzigen Locomotionsorgane die Flügel, welche ſich an dem vorderen Theile des Rumpfes feſtſetzen und durch Muskeln bewegt werden, die in dieſer Gegend befindlich ſind. Bei dem Fiſch iſt die Wirbelſäule beinahe ihrer ganzen Länge nach beweglich; bei dem Vogel iſt ſie am Rumpfe ſtarr und unbeweglich, und kann nur am Halſe recht bewegt werden.

Damit der Körper des Vogels während des Fluges gehörig balancirt werde, mußte ſein Schwerpunkt genau unter die Stelle gebracht werden, wo ſich die Gelenksverbindungen der Flügel mit dem Rumpfe befinden, denn gerade gegen dieſen Punkt wirkt die Reſiſtenz der Luft auf den Vogel, der durch ſeine Schwingen getragen wird. Auf gleiche Weiſe muß, im Falle, daß der Vogel ſteht, der Schwerpunkt unmittelbar über die Baſis gebracht werden, welche die Zehen bilden. Es iſt daher hier die Nothwendigkeit vorhanden, Mittel und Wege zu finden, daß der Schwerpunkt je nach den Umſtänden von einer Seite zur andern wirken und mit der größten Genauigkeit der betreffenden Stellung ſich anpaſſen könne; denn ſonſt würde das Thier der augenſcheinlichſten Gefahr ausgeſetzt ſeyn, ſein Gleichgewicht zu verlieren und in Folge deſſen umzufallen. Die hauptſächlichſten Mittel zur Ausführung dieſes Zweckes beſtehen in der Beweglichkeit des Kopfes und Halſes, welcher letztere daher außerordentlich lang und biegſam iſt. Die Anzahl der Halswirbel iſt im Allgemeinen ſehr beträchtlich. Bei den Säugthieren ſind deren, wie wir bereits geſehen haben, immer ſieben vorhanden, in vielen Vögeln aber überſteigt ihre Anzahl dieſe mehr, als ums Doppelte. Der Schwan z. B. (Fig. 154) hat dreiundzwanzig. Zugleich ſind dieſe Wirbel untereinander mit Gelenken verbunden, welche nach allen Richtungen hin eine freie Bewegung geſtatten; das heißt, ſowohl zu

beiden Seiten, als vor- und rückwärts. Dieſer ungewöhnliche Grad von Beweglichkeit wird durch einen beſonderen Mechanismus erreicht, der in keiner der andern Claſſen der Wirbelthiere vorkömmt. Zwiſchen jedem Wirbel liegt ein Knorpel, welcher mit den Flächen derſelben in der genaueſten Verbindung ſteht und von Falten der das Gelenk umgebenden Membran eingeſchloſſen wird, ſo daß jedes Gelenk eigentlich doppelt iſt und aus zwei Gelenkshöhlen mit einem dazwiſchen liegenden Knorpel beſteht. *)

Es iſt indeſſen zu bemerken, daß in Folge der eigenthümlichen Lage der ſchiefen Fortſätze die oberen Halswirbel mit größerer Leichtigkeit vorwärts, als rückwärts bewegt werden können, während die der unteren Hälfte des Halſes ſich leichter rückwärts bewegen; daher nimmt der Hals im Zuſtande Ruhe von Natur eine doppelte, dem Buchſtaben S ähnliche, Geſtalt an, wie man ſo ſchön an den graziöſen Formen des Schwanenhalſes ſieht. Will der Vogel während des Fluges den Schwerpunkt ſeines Körpers vorwärts bringen, ſo daß er unter die Flügel zu ſtehen kommt, ſo darf er ihn nur in gerader Linie ausſtrecken; und wenn er auf ſeinen Füßen ſtehen oder auf dem Waſſer ſchwimmen will, kann er den Schwerpunkt dadurch zurückbringen, daß er ihn blos durch Biegung ſeines Halſes in die ſo eben beſchriebene gebogene Form gegen den Mittelpunkt ſeines Körpers hinſchiebt. Auf dieſe Art wird unter allen Verhältniſſen das Gleichgewicht durch Bewegungen beibehalten, die ſich durch Eleganz und Grazie auszeichnen.

Durch die große Beweglichkeit des Halſes gewinnt der Vogel die Fähigkeit, ſeinen Schnabel als ein Organ zu benützen, mittelſt deſſen er das Futter ergreifen kann, was um ſo mehr nöthig wurde, als die vorderen Extremitäten in Flügel verwandelt ſind, deren Bildung mit dem Ergreifen irgend eines Gegenſtandes, wie dieß bei den Vorderfüßen mancher Säugthiere der Fall iſt, nicht vereinbar ſeyn kann. Ein anderer Vortheil, der aus der Länge und Beweglichkeit des Halſes entſpringt, iſt der, daß die

*) Siehe Mr. H. Earle's Abhandlung über dieſen Gegenſtand in den Philosophical Transactions for 1823, p. 277.

Berührung des Kopfes mit jedem Theile der Oberfläche des Körpers erleichtert wird. Die Vögel haben dieß durchaus nöthig, damit sie ihr Gefieder in Ordnung bringen können, wenn es durch irgend einen Zufall in Unordnung gebracht worden ist. Bei den Wasservögeln wird erfordert, daß jede Feder beständig mit einer öligen Flüssigkeit getränkt werde, welche das Gefieder vor Durchnässung schützt und das Secret einer in der Nähe des Schwanzes gelegenen Drüse ist. Die Biegsamkeit des Halses allein wäre für den Vogel nicht hinreichend dazu gewesen, daß er seinen Schnabel in Berührung mit einer jeden Feder hätte bringen und diese Flüssigkeit gleich an derselben hätte auftragen können; daher ist zu Erfüllung dieses Zweckes in der Art der Articulation des Kopfes mit dem Halse eine weitere Einrichtung getroffen. Wir haben gesehen, daß bei den Fischen und den meisten Reptilien diese Gelenkverbindung durch ein Nußgelenk bewirkt wird, indem ein runder an dem Hinterhauptbeine befindlicher Höcker von einer halbrunden Höhle des ersten Halswirbels aufgenommen wird. Bei den Säugthieren verhält sich dieß anders, indem zwei Gelenksflächen vorhanden sind, deren jede auf einer Seite des Rückenmarkskanales liegt und durch zwei Fortsätze gebildet wird, welche von den Seitenbögen des ersten Schädelwirbels entspringen und auf diese Art mehr ein Charniergelenk bilden. Bei den Vögeln aber, wo, wie wir so eben gesehen haben, die ergiebigsten Seitenbewegungen erforderlich sind, ist die Form des Nußgelenkes wieder aufgenommen und das Hinterhauptbein kann sich auf dem ersten Halswirbel (dem Atlas) wie mittelst eines Zapfens bewegen. Die Freiheit der Bewegung in diesem Gelenke ist so groß, daß der Vogel nach jeder Seite hin seinen Kopf leicht und vollkommen nach hinten drehen kann.

Wären Dornfortsätze oder Querfortsätze von irgend einer Länge vorhanden, so würden sie die Biegung des Halses bedeutend gestört haben, und daher finden wir an den Halswirbeln der Vögel kaum eine Spur dieser Fortsätze. Ein anderer und weit wichtigerer Umstand war aber bei der Construction dieses Theiles der Wirbelsäule zu berücksichtigen. Es ist zu bemerken, daß das Rückenmark durch den von den Wirbelbögen gebildeten

Kanal hindurchgeht und daß der geringste Druck, der auf dieses zarte Organ angebracht wird, den ganzen Körper paralysirt und dem Leben schnell ein Ende machen kann. Daher war es nöthig, eine außerordentliche Einrichtung zu treffen, damit das Thier gegen die Möglichkeit einer Verletzung, welche sonst wegen der vielen und heftigen Biegungen, deren die Wirbelsäule fähig ist, leicht vorkommen könnte, gesichert sey. Dieß wird auf die einfachste und wirksamste Weise erreicht, und zwar dadurch, daß an dem oberen und unteren Ende eines jeden Wirbels der Kanal desselben sich erweitert, während er in der Mitte seine gewöhnliche Größe beibehält. Durch diese Einrichtung gewinnt die Höhle desselben bei der Betrachtung eines Durchschnittes die Gestalt eines Stundenglases. Hierdurch wird an der Vereinigungsstelle eines jeden Wirbels mit dem andern ein weiter Raum übriggelassen, der eine sehr beträchtliche Biegung zuläßt, ohne daß der Durchmesser des Kanales so weit verengert würde, daß er kleiner würde, als das Volumen des Rückenmarkes, und daher dieses bei keinerlei Biegung einem Druck ausgesetzt ist. Earle fand, *) daß Wirbel, welche auf diese Weise mit einander verbunden sind, nach hinten unter einem rechten und nach der Seite unter einem halben rechten Winkel gebogen werden können, ohne daß die in ihnen eingeschlossene Nervensubstanz gedrückt werde. Die Absicht dieser Einrichtung ist noch ferner daraus ersichtlich, daß sie in dem Rücken- und Lendentheil der Wirbelsäule, wo durchaus keine Beweglichkeit verlangt wird, fehlt, so daß sonst im ganzen Rückenmarkskanal keine Veränderung des Durchmessers bemerkbar ist.

Bei der Bildung der Rücken- und Lendenwirbel finden wir einen ganz verschiedenen Plan verfolgt. Damit die eigentlichen Bewegungen der Flügel vollkommen gesichert seyen, war hier nothwendig, alle Beweglichkeit zu vermeiden und den betreffenden Theilen so viel Festigkeit und Stärke wie möglich zu verleihen. Deßhalb ist sowohl dieser Theil der Wirbelsäule, als auch das Kreuzbein in ein einziges Stück verwachsen. Alle Fortsätze sind

*) Siehe die oben angeführte Abhandlung.

sehr entwickelt und gehen von einem Wirbel schief zu dem andern, so daß sie sich gegenseitig untereinander verbinden. Damit aber die Möglichkeit irgend einer Biegung durchaus nicht vorhanden sey, sind die Dornfortsätze und zuweilen sogar die Körper der Rückenwirbel mittelst Knochenmaterie auf das Genaueste mit einander verbunden, so daß sie einen zusammenhängenden Knochen bilden.

Das Kreuzbein (V, Fig. 154) besteht aus der Vereinigung einer großen Anzahl von Wirbeln. Mehr als zwanzig derselben sind hier mit einander verwachsen (anchyloſirt), so daß sie einen Knochen von großer Länge bilden. Die Schwanzwirbel (Q) sind ebenfalls sehr zahreich, jedoch in einen kleinen Raum zusammengedrängt und besitzen einen hohen Grad von Beweglichkeit, wodurch sie die Bewegungen des Schwanzes unterstützen.

Die Rippen sind in großer Anzahl vorhanden und von beträchtlicher Stärke; sie haben zugleich an ihren Körpern Fortsätze, welche nach hinten gerichtet sind und, ehe sie in eine stumpfe Spitze endigen, sich mit der nächstfolgenden Rippe vereinigen, wodurch sie den Theilen, welche den Brustkorb bilden, eine beträchtliche Festigkeit verleihen. Die Rippen setzen sich längs des Hinterleibes fort und bieten den in der Höhle desselben befindlichen Eingeweiden großen Schutz dar; einige entspringen sogar von dem Kreuzbein und den Darmbeinen. Diejenigen, welche nach vorn zu stehen, sind mit dem Brustbein (S) mittelst der Brustbeinrippenanhänge (appendices sternocostales), welche verknöchert sind, so verbunden, daß es scheint, als wären diese letzteren eine Verlängerung der Rippen, oder als ob diese in ihrer Mitte ein Gelenk hätten.

Das Brustbein ist von einer außerordentlichen Größe und dehnt sich über einen beträchtlichen Theil des Hinterleibes aus; zugleich hat es auf seiner unteren Fläche eine perpendiculär herabsteigende Gräte, welche dem Kiel eines Schiffes gleicht. Der Zweck der bedeutenden Entwicklung dieses Knochens ist der, den großen Brustmuskeln eine hinreichende Oberfläche zu ihrer Befestigung darzubieten, denn diese sind dazu bestimmt, die Flügel zu bewegen und sind daher zusammengenommen schwerer, als der ganze übrige Körper. Vergleicht man diese Muskeln mit allen

anderen und mit dem Gewichte des Körpers selbst, so findet man, daß sie außerordentlich stark sind. Ein Schlag von dem Flügel eines Schwanes kann einem Manne das Bein zerbrechen; und von einem ähnlichen Schlag durch den Flügel eines Adlers hat man schnell tödtliche Folgen gesehen. Die Fledermaus ist unter den Säugthieren das einzige Beispiel, wo das Brustbein diese eigenthümliche kielähnliche Gestalt besitzt (Sternum carinatum) und der Zweck dieser Bildung ist augenscheinlich derselbe, wie beim Vogel. *) †)

Das Schulterblatt ist im Allgemeinen ein kleiner und schmaler Knochen. Der rabenschnabelförmige Knochen (os coracoïdeum) ist sehr entwickelt (K) und hat die größte Aehnlichkeit mit einem Schlüsselbein. **) ††) Die wahren Schlüsselbeine aber (C) sind an der Stelle, wo sie sich mit dem Brustbein verbinden, unter einander verwachsen, so daß sie als ein einziger Knochen erscheinen, welcher von seiner gabelförmigen Gestalt den Namen Gabel (furcula) erhalten hat. Bei dem Geflügel ist dieser Knochen gewöhnlich unter dem Namen Springer (merry-thought) bekannt. Dieser Knochen, der seine Lage an dem Anfange der Flügel hat, und sich von dem einen zu dem andern erstreckt, ist von der

*) Unerachtet der großen Modification, welcher das Brustbein der Vögel in Vergleich mit seiner Form bei der Schildkröte und den Säugthieren erlitten hat, können wir doch wahrnehmen, daß es aus denselben neun Elementen besteht, welche jedoch in ganz verschiedenen Verhältnissen entwickelt sind.

†) Dieselbe kielförmige Gestalt des Brustbeines kommt auch beim Maulwurf vor, dessen Brustmuskeln verhältnißmäßig beim Graben ebenso angestrengt werden, als die der Vögel beim Fliegen. Ueberhaupt scheint die Bildung von Gräten an flachen Knochen mit der Stärke der Muskeln, welche sich an dieselben befestigen, in geradem Verhältniß zu stehen; so sind bei den Fleischfressern, bei denen die Beißmuskeln am stärksten entwickelt sind, auch die auf dem Kopfe befindlichen Gräten am stärksten entwickelt. Anm. d. Uebers.

**) Viele haben diesen Knochen für ein Schlüsselbein genommen und die Gabel (furcula) als einen besondern Knochen, oder ein supplementarisches Schlüsselbein, betrachtet; aber alle Analogien, die sich aus der Lage und Entwicklung dieser Theile herleiten lassen, fallen zu Gunsten der hier ausgesprochenen Ansicht aus.

††) Dieß ist die von Cuvier angenommene Ansicht. Siehe Leçons d'Anatomie Comparée de George Cuvier etc. Paris 1835, Tom. I. p. 356. Anm. d. Uebers.

größten Wichtigkeit, indem er eine feste Basis bildet, um sie zu tragen und die Stetigkeit ihrer Bewegungen bedingt. Er ist zugleich sehr elastisch und trägt dadurch dazu bei, diese Organe in der ihnen eigenthümlichen Lage zu erhalten, wenn sie dieselbe durch irgend einen heftigern Impuls verlassen hatten.

Auf den ersten Anblick zeigt der Flügel eines Vogels keine große Analogie mit der vordern Extremität eines Säugthieres; bei näherer Untersuchung aber finden wir, daß er alle hauptsächlichen Knochen des letztern enthält, freilich in Absicht auf Gestalt, und noch weit mehr in Absicht auf Function, verändert. Immerhin läßt sich aber in dem Mechanismus dieses herrlichen Werkzeuges einer höhern Art der Ortsbewegung, dieselbe Einheit des Bildungsplanes und eine vollkommene Harmonie in der Ausführung desselben erkennen.

Der Kopf des Oberarmbeines (H) hat eine zusammengedrückte Gestalt, spielt aber, um einen großen Raum in seinen Bewegungen zu erhalten, nur mit einer sehr kleinen cylindrischen Fläche auf dem Schulterblatt. Auf diese Weise kann der Flügel, ohne von irgend einem Knochenvorsprung gehindert zu werden, sich herabbewegen, während dennoch seine Bewegungen auf eine Ebene beschränkt sind. An seinem untern Ende ist der Oberarm durch breite Verbindungsflächen mit dem Ellenbogen und der Speiche so verbunden, daß er mit ihnen ein Wechselgelenk bildet. Diese letztern Knochen sind getrennt und von großer Länge, jedoch mittelst Bändern so fest miteinander verbunden, daß sie kaum einige Beweglichkeit um einander haben. Die Handwurzel (W) besteht nur aus zwei Knochen, deren einer mit der Speiche und der andere mit dem Ellenbogen articulirt. Sie bewegen sich mit einander, als ob sie aus einem einzigen Stücke bestünden; diese Bewegungen aber sind denen, die in diesen Theilen bei den Säugthieren vorkommen, entgegengesetzt, indem sie, anstatt in Biegung und Ausstreckung zu bestehen, nur von einer Seite zur andern stattfinden. Diese Abänderung von der gewöhnlichen Bildung dient dazu, um die Gelenke des Flügels zu biegen und sie dem Körper zu nähern. Die Mittelhand (metacarpus) besteht ursprünglich aus zwei

Knochen (m), welche an ihrem obern Ende bald miteinander zu einem einzigen verwachsen. Auf der Speichenseite hat derselbe einen Fortsatz, welcher vielleicht von einem dritten Mittelhandknochen herrührt, der in einem frühern Zeitraum der Verknöcherung mit den andern anchyloſirt ist. An diesen Fortsatz befestigt sich ein kleiner spitziger Knochen, der einem Daumenrudimente entspricht (t). Im Allgemeinen haben die Vögel zwei Finger, von denen der erste Spuren davon zeigt, daß er ursprünglich aus zwei Knochen bestand; der innere Finger besteht aus zwei oder drei langen Fingergliedern, und der äußere aus einer einzigen Phalanx; zuweilen findet sich noch ein Knochenrudiment, das einem kleinen Finger entspricht. Der Grad der Entwicklung dieser Knochen ist bei den verschiedenen Vogelgattungen verschieden.

Die Federn sind an alle Abtheilungen dieses Gliedes befestigt, nämlich an den Oberarm, den Vorderarm, die Hand und zugleich an die einzelne Phalanx des Daumens, wenn ein solcher vorhanden ist. Die Structur der Federn ist durchaus darauf berechnet, Leichtigkeit und Stärke im höchsten Grade mit einander zu vereinigen, Eigenschaften, welche wir sonst so selten mit einander verbunden antreffen. Die hornige Masse, aus welcher der Stamm des Federkieles besteht, ist zugleich biegsam und elastisch, und, wie wir bereits gesehen haben, durch seine Gestalt als ein hohler Cylinder auf die vortheilhafteste Weise dazu eingerichtet, jedem Drucke Widerstand zu leisten. Die Federfahne aber ist noch weit künstlicher eingerichtet, indem sie aus einer Anzahl abgeplatteter Fäden oder Filamente besteht, die so gestellt sind, daß sie einer Kraft, welche perpendiculär auf ihre Oberfläche einwirkt, weit mehr Widerstand entgegen setzt, als einer, welche von der Seite, das heißt in der Richtung gegen den Stamm hin, wirkt. Diese Kraft des Widerstandes ist die Folge von ihrer abgeflachten Gestalt, vermöge welcher sie sich weit leichter in der Richtung ihrer flachen Oberfläche biegen lassen, als in jeder andern, gerade wie ein Kartenblatt nicht leicht durch eine Kraft gebogen werden kann, welche gegen seine Kante wirkt, während es einer Kraft, die unter einem rechten

Winkel auf seine Fläche wirkt, leicht nachgibt. Nun kommen aber die Fasern der Federfahne genau in der Richtung mit der Resistenz und den Impulsen der Luft in Collision, in welcher sie am wenigsten leicht gebogen werden können. Hier war Stärke vornöthen und hier wurde von der Natur Stärke verliehen.

Untersucht man die Vereinigung dieser blätterförmigen Filamente genauer, so findet man, daß sie augenscheinlich an einander anhängen. Da wir nicht entdecken können, daß sie mittelst irgend einer klebenden Materie verbunden sind, so ist klar, daß ihre Verbindung durch einen Mechanismus bewirkt werden muß, der dem unbewaffneten Auge unsichtbar ist. Mit Hülfe des Microscopes wird dieses Geheimniß enthüllt, und wir entdecken, daß eine Menge kleiner Fäserchen vorhanden ist, welche längs des Randes der blätterförmigen Filamente liegen, einander berühren, und sich in einander einhäkeln, sobald die Filamente in eine bestimmte Entfernung von einander gebracht werden. Die Fäserchen der Feder aus dem Flügel einer Gans sieht man vergrößert abgebildet bei a a, b b, Fig. 155, wie sie an den beiden Seiten der Ränder eines jeden Filamentes entspringen. Sie sind in einer außerordentlich großen Anzahl vorhanden, so daß in einem Raume von einem Zoll mehr als tausend gezählt werden können. Man findet zwei Arten derselben und jede Art hat eine eigenthümliche Form und Krümmung. Die, welche von der Seite entspringen, die dem Schafte der Feder am nächsten steht (a a) sind ästig, haarbüschelförmig, und abwärts gebogen; während diejenigen, welche von der entgegengesetzten Seite des Filamentes (b b) oder von der Seite, welche der Wurzel der Feder am nächsten steht, entspringen, kürzer und fester sind, und sich nicht verästeln, sondern an ihren Enden hakenförmig verlaufen und aufwärts gebogen sind. Werden zwei Filamente einander genau genähert, so legen sich die langen, gekrümmten Fäserchen des einen über die kurzen und geraden des andern her, so daß beide Reihen von Fäserchen in einander verwickelt werden, gerade so, wie die Klinke eines Schlosses in den Haken einfällt, welcher an dem Thürpfosten zu deren Aufnahme befestigt ist. Die Art, auf welche dieß geschieht,

kann man leicht beobachten, wenn man die Filamente einer Federfahne quer durchschneidet, und während man sie mit Vorsicht von einander trennt, mit einem guten Microscope ihre scharfen Ränder beobachtet, wo man alsdann genau die Form, Richtung und beziehungsweise Lage einer jeden Reihe von Fäserchen, so wie die Art, wie sie sich an einander befestigen, deutlich wahrnehmen kann. Dieser Mechanismus wiederholt sich an jedem Theile der Federfahne und bildet eine Oberfläche, die aus einem sehr feinen Netzwerke besteht, welches wunderbar darauf berechnet ist, der Luft den Durchgang zu verwehren und durch die in ihm stattfindende leichte Bewegung jenen Grad von Resistenz hervorzubringen, welchen der Flügel als Bewegungsorgan so sehr bedarf*). Bei Federn, welche nicht zum Fluge dienen, wie bei den Federn des Straußes, fehlen diese Fäserchen durchaus; am Schwanze des Pfauen sind sie zwar groß, haben aber nicht jene Einrichtung, vermöge deren sie sich sonst in die entsprechenden einhäkeln, und in andern Fällen thun sie dieß nur unvollkommen.

Eine so feine und künstliche Einrichtung wie die, welche ich so eben beschrieben habe, und welche dem mechanischen Zweck, für welchen sie vorhanden ist, so ganz vollkommen entspricht, kann nur mit dem Gefühle der tiefsten Bewunderung und mit dem brennendsten Verlangen angeschaut werden, in die wundervollen Vorgänge, welche ohne Zweifel die Natur bei der Bildung einer so hoch vollendeten Ausbildung und bei der Ausarbeitung eines so bis ins Kleine höchst merkwürdigen Werkes getroffen hat, eine nähere Einsicht zu gewinnen. Erst in den neuesten Zeiten sind wir so glücklich gewesen, einen tiefern Blick in die zusammengesetzte Maschinerie zu werfen, welche in dem

*) Eine sehr klare Darstellung des in dem Texte beschriebenen Mechanismus gibt uns Paley im 12ten Capitel seiner Natural Theology. Mehreres von dem kleinern Detail habe ich aus meinen eigenen microscopischen Beobachtungen supplirt. Die geästelte Gestalt der obern Fäserchen und die netzförmige Structur der Filamente selbst sind, unter einem starken Mikroscope betrachtet, besonders schöne mikroskopische Gegenstände.

Zweige der Organisation in Thätigkeit gesetzt wird, welchem wir den Namen organische Architectur geben können; und in der That ist nichts mehr dafür geschaffen, unsere tiefste Bewunderung für die selbst im Kleinsten wirkende und durch das Kleinste das Größte ausführende göttliche Vorsehung zu erregen, als die Anschauung solcher Einrichtungen, wie die Wolle einer Distel, die Schuppen einer Motte und die Fäserchen einer Feder, wo man sieht, daß auch für die Ausbildung der kleinsten und für den ersten Anblick unbedeutendsten Theilchen der organisirten Welt eben so gut Sorge getragen ist, als für die Vollendung der größern und mehr unmittelbar zum Leben nothwendigen Organe.

Man findet, daß jeder Vogel, nachdem er das Ei verlassen hat, mit Ausnahme des untern Theiles des Bauches, mit einer Art von Flaum bedeckt ist, der aus feinen, haarbüschelförmig nebeneinanderstehenden Filamenten besteht, welche in der Art ihrer Anordnung Aehnlichkeit mit den Fasern eines Kameelhaarpinsels haben. Jeder Büschel enthält ungefähr zehn oder zwölf Filamente, welche aus den obern Enden von knollenähnlichen Wurzeln, die in der Haut stecken und die Rudimente von Organen sind, aus denen später die Federn gebildet werden, hervorwachsen. Dieser Flaum dient dem Vogel als sein erstes Kleid, und geht dem Gefieder voran, indem er sich schnell über den Körper des Jungen ausbreitet. Im Allgemeinen fallen diese Haarbüschel bald aus und verschwinden, ausgenommen bei den Raubvögelfamilien, wie beim Adler und Geier, wo sie eine beträchtliche Zeit hindurch an den Federn befestigt bleiben.

Während den allgemeinen Bedeckungen dieser temporäre Schutz verliehen wird, werden unterhalb derselben bedeutende Vorbereitungen gemacht, um für die künftigen Bedürfnisse des Vogels eine zweckmäßigere Bekleidung vorzubereiten. Nach und nach wird der Apparat gebildet, durch welchen die Federn ins Leben gerufen werden sollen, und die Rudimente derselben erhalten den nöthigen Zufluß von Nahrungssäften durch Gefäße, welche dazu dienen, die Circulation des Blutes in ihnen zu vermitteln, und zugleich die nöthigen Nerven und absorbirenden Gefäße.

kann man leicht beobachten, wenn man die Filamente einer Federfahne quer durchschneidet, und während man sie mit Vorsicht von einander trennt, mit einem guten Microscope ihre scharfen Ränder beobachtet, wo man alsdann genau die Form, Richtung und beziehungsweise Lage einer jeden Reihe von Fäserchen, so wie die Art, wie sie sich an einander befestigen, deutlich wahrnehmen kann. Dieser Mechanismus wiederholt sich an jedem Theile der Federfahne und bildet eine Oberfläche, die aus einem sehr feinen Netzwerke besteht, welches wunderbar darauf berechnet ist, der Luft den Durchgang zu verwehren und durch die in ihm stattfindende leichte Bewegung jenen Grad von Resistenz hervorzubringen, welchen der Flügel als Bewegungsorgan so sehr bedarf*). Bei Federn, welche nicht zum Fluge dienen, wie bei den Federn des Straußes, fehlen diese Fäserchen durchaus; am Schwanze des Pfauen sind sie zwar groß, haben aber nicht jene Einrichtung, vermöge deren sie sich sonst in die entsprechenden einhäkeln, und in andern Fällen thun sie dieß nur unvollkommen.

Eine so feine und künstliche Einrichtung wie die, welche ich so eben beschrieben habe, und welche dem mechanischen Zweck, für welchen sie vorhanden ist, so ganz vollkommen entspricht, kann nur mit dem Gefühle der tiefsten Bewunderung und mit dem brennendsten Verlangen angeschaut werden, in die wundervollen Vorgänge, welche ohne Zweifel die Natur bei der Bildung einer so hoch vollendeten Ausbildung und bei der Ausarbeitung eines so bis ins Kleine höchst merkwürdigen Werkes getroffen hat, eine nähere Einsicht zu gewinnen. Erst in den neuesten Zeiten sind wir so glücklich gewesen, einen tiefern Blick in die zusammengesetzte Maschinerie zu werfen, welche in dem

*) Eine sehr klare Darstellung des in dem Texte beschriebenen Mechanismus gibt uns Paley im 18ten Capitel seiner Natural Theology. Mehreres von dem kleinern Detail habe ich aus meinen eigenen microscopischen Beobachtungen supplirt. Die geästelte Gestalt der obern Fäserchen und die netzförmige Structur der Filamente selbst sind, unter einem starken Mikroscope betrachtet, besonders schöne mikroskopische Gegenstände.

Zweige der Organisation in Thätigkeit gesetzt wird, welchem wir den Namen organische Architectur geben können; und in der That ist nichts mehr dafür geschaffen, unsere tiefste Bewunderung für die selbst im Kleinsten wirkende und durch das Kleinste das Größte ausführende göttliche Vorsehung zu erregen, als die Anschauung solcher Einrichtungen, wie die Wolle einer Distel, die Schuppen einer Motte und die Fäserchen einer Feder, wo man sieht, daß auch für die Ausbildung der kleinsten und für den ersten Anblick unbedeutendsten Theilchen der organisirten Welt eben so gut Sorge getragen ist, als für die Vollendung der größern und mehr unmittelbar zum Leben nothwendigen Organe.

Man findet, daß jeder Vogel, nachdem er das Ei verlassen hat, mit Ausnahme des untern Theiles des Bauches, mit einer Art von Flaum bedeckt ist, der aus feinen, haarbüschelförmig nebeneinanderstehenden Filamenten besteht, welche in der Art ihrer Anordnung Aehnlichkeit mit den Fasern eines Kameelhaarpinsels haben. Jeder Büschel enthält ungefähr zehn oder zwölf Filamente, welche aus den obern Enden von knollenähnlichen Wurzeln, die in der Haut stecken und die Rudimente von Organen sind, aus denen später die Federn gebildet werden, hervorwachsen. Dieser Flaum dient dem Vogel als sein erstes Kleid, und geht dem Gefieder voran, indem er sich schnell über den Körper des Jungen ausbreitet. Im Allgemeinen fallen diese Haarbüschel bald aus und verschwinden, ausgenommen bei den Raubvögelfamilien, wie beim Adler und Geier, wo sie eine beträchtliche Zeit hindurch an den Federn befestigt bleiben.

Während den allgemeinen Bedeckungen dieser temporäre Schutz verliehen wird, werden unterhalb derselben bedeutende Vorbereitungen gemacht, um für die künftigen Bedürfnisse des Vogels eine zweckmäßigere Bekleidung vorzubereiten. Nach und nach wird der Apparat gebildet, durch welchen die Federn ins Leben gerufen werden sollen, und die Rudimente derselben erhalten den nöthigen Zufluß von Nahrungssäften durch Gefäße, welche dazu dienen, die Circulation des Blutes in ihnen zu vermitteln, und zugleich die nöthigen Nerven und absorbirenden Gefäße.

Die Organe, aus welchen die Federn entstehen, haben, sobald sie sichtbar werden, die Gestalt eines sehr kleinen Kegels, der durch eine Faser, welche von seiner Basis ausgeht, an eine der Papillen der Haut befestigt wird, und so seine Verbindung mit dem belebten Systeme erhält. Während des Verlaufes von wenigen Tagen verlängert sich dieser Kegel in einen Cylinder mit einem spitzen Ende, während seine Basis durch ein unterscheidbareres Verbindungsband, welches aus erweiterten Gefäßen, die ihm seine Nahrung zuführen, besteht, mit der Haut vereinigt ist. In dem Innern dieses Cylinders werden alle Theile gebildet, indem die frühesten Rudimente an dem obern Theil oder der Spitze dieses Organes entstehen; und die Materialien, welche zur Bildung der einzelnen Theile der Feder verwandt werden, nach und nach sich ablagern und an den verschiedenen Stellen ihre eigenthümlichen Gestalten bekommen; denn während die ersten Ablagerungen in dem einen Theile des Cylinders gebildet sind, so beginnt ein anderer Theil desselben erst mit der Bildung der weitern; und während die äußere Bedeckung des Schaftes aus einer Membran herauswächst, so wird das innere schwammige Gewebe an andern Stellen in verschiedenen Stadien der Weichheit oder Verhärtung gebildet, so daß in dem Ganzen ein System von Operationen bemerklich ist, von dem man sagen kann, daß es im großen Ganzen am Ende, freilich im microscopischen Maaßstabe, einer ausgebreiteten Manufactur verglichen werden kann. Es ist daher leicht zu begreifen, wie groß die Schwierigkeit der Verfolgung aller Stufen dieses vielgestalteten Herganges, welcher in einem so kleinen Raume vor sich geht, seyn müsse; eine Schwierigkeit, die durch den Umstand bedeutend vergrößert wird, daß das Organ, in welchem diese Entwicklungen vor sich gehen, selbst erst während dieses Processes ausgebildet wird; denn die verschiedenen Theile desselben werden erst erzeugt, so wie sie nöthig werden und im Laufe der Entwicklung erfahren sie in Absicht auf ihre Structur sehr häufige Veränderungen.

Die am besten ausgearbeiteten und offenbar am sorgfältigsten ausgeführten Untersuchungen über diesen schwierigen Gegen-

stand verdanken wir Friedrich Cuvier, aus dessen Abhandlung*) ich im Auszuge die folgende Darstellung der hauptsächlichsten Resultate seiner Untersuchungen entnehme. Um aber eine klare Idee des Stufenganges dieser Entwicklungen im Einzelnen zu bekommen, wird es gut seyn, sich mit der Structur der Feder im vollendeten Zustande vorläufig bekannt zu machen. Wir wollen deshalb zuerst das Verhalten einer gewöhnlichen Feder, wie sie in Fig. 156. abgebildet ist, untersuchen, wo S die hintere Fläche des festen Schaftes ist, der, wie wir sehen, durch eine Längengrube in zwei Theile getheilt wird und auf dessen beiden Seiten je eine Reihe von Filamenten entspringt, die mit ihren Fäserchen das darstellen, was man die Federfahne (V) nennt. Die Linien, aus welchen diese Filamente entspringen, nähern sich an dem hintern Theile des Schaftes, bis sie an dem Puncte anlangen, wo die Längengrube endigt, und wo sich eine kleine Oeffnung (O) befindet, die in das Innere der Feder führt. Von dieser Stelle an beginnt der röhrenförmige Theil der Feder (T), an dessen unterem Ende (L) eine zweite untere Oeffnung ist.

Das eigentliche Organ, in welchem die Feder gebildet wird, und welches man die Mutter (matrix) derselben nennen kann, zeugt, wenn es die bereits beschriebene cylindrische Form erreicht hat, die in Fig. 157 abgebildete Gestalt. A ist die Spitze dieses Cylinders, oder der conische Theil, welcher über die Oberhaut hervorragt, und B seine Basis, mit welcher es an der Lederhaut oder der wahren Haut befestigt ist. Man bemerkt an diesem Cylinder eine nach der ganzen Länge desselben verlaufende weiße Linie, der eine andere an seiner entgegengesetzten Seite entspricht. Die eine entspricht dem vordern, die andere dem hintern Theile des Schaftes der künftigen Feder. Oeffnet man diese Matrix der Länge nach, wie man in Fig. 158. wahrnehmen kann, so findet man, daß sie aus einer Scheide oder Kapsel und einer in der Mitte liegenden weichen pulpösen

*) Mémoires du Muséum XIII, 337; und Annales des sciences naturelles, IX, 113.

Masse, welche man die Zwiebel (bulbus) nennt, besteht. Die Kapsel besteht ihrerseits aus einigen häutigen Lagen (C E G I), welche gegen die Spitze zu fester sind, und je mehr man sie nach der Basis hin untersucht, immer weicher und zarter werden, denn hier ist der Ort, wo die erste Bildung derselben beginnt.

Die Filamente und ihre Fäserchen, welche die Fahne der Feder ausmachen, sind diejenigen Theile, welche zuerst entstehen, und der Ort, in welchem sie gebildet werden, ist der zwischen der äußern Kapsel (C) und der in der Mitte befindlichen Zwiebel (B) befindliche Raum. Die Art aber, wie die Bildung dieses Organes vor sich geht, ist von dem bisher bekannten Bildungsgange organischer Producte vollkommen verschieden. Statt wie die Haare und die übrigen Gebilde der allgemeinen Bedeckungen mittelst einer Aufeinanderfolge von Lagen aus einer Basis hervorzuwachsen, sind die Materialien, aus welcher diese Filamente entstehen sollen, in Formen eingeschlossen, in welchen sie erhärten und genau die Gestalt der Höhlen annehmen, in denen sie gebildet werden. Der nächste Gegenstand unserer Wißbegierde ist daher, die Art und Weise kennen zu lernen, wie diese fächerförmigen Formen sich in Absicht auf ihre Construction verhalten, und bei sorgfältiger Untersuchung finden wir, daß sie aus zwei gestreiften Membranen bestehen, deren eine äußere (E), die andere innere (I) einschließt. Diese Membranen sind durch eine Reihe von Zwischenwänden, welche an dem Rande des weißen in Fig. 157. dargestellten Längenbandes entspringen und sich schief nach oben winden, bis sie das entgegengesetzte bereits beschriebene Längenband erreichen, von einander getrennt. Bei ihrer Vereinigung mit jenem hintern Bande aber erhalten sie eine, der Länge nach verlaufende, Abgränzung. Auf diese Art lassen sie schmale Räume zwischen sich, welche eben so viele Abtheilungen bilden, in denen das zur Ablagerung eines jeden Filamentes nöthige Material wie in Gußformen abgesondert wird. Der Verlauf dieser Canäle und ihre Verbindung mit dem Rücken der Matrix sieht man bei S (Fig. 158). Es ist zwar sehr wahrscheinlich, doch wegen der Kleinheit der

Theile beinahe unmöglich, es für das Auge darzustellen, daß die Fäserchen der Filamente auf ähnliche Weise gebildet werden, indem sie in viel kleinern Formen, die aus Querabtheilungen der größern entstehen, erzeugt werden.

Die Function, welche der Zwiebel zukommt, nachdem sie das Material geliefert hat, welches zur Bildung der Filamente dient, ist, den Stamm der Feder zu bilden und jene Filamente an dessen Seiten zu befestigen. Zur Erreichung dieses Zweckes setzt der vordere Theil des Bulbus auf seiner Oberfläche eine Platte von horniger Substanz ab, während in dem Innern desselben durch seinen hintern Theil eine andere Platte gebildet wird. Auf diese Art wird die Zwiebel in zwei Theile abgetheilt, einen vordern und einen hintern. Nachdem der erstere Theil die äußere Hornplatte vollendet hat, macht er sich an die Bildung der schwammigen Substanz, welche die Platten vereinigt, und der hintere Theil der Zwiebel umfaßt die innere Platte und faltet sie nach und nach einwärts, bis die Seiten derselben sich in der, an dem hintern Theil des Federschaftes befindlichen, Längengrube begegnen. Während dieses Ausfüllungsprocesses des Schaftes zeigt der vordere Theil des Bulbus eine Reihe von conischen Membranen (wie man im Durchschnitt von Fig. 159. sieht), deren Spitzen aufwärts gerichtet sind und deren Zwischenräume mit einer schwammigen Substanz ausgefüllt werden, die sich von der Wurzel gegen die Spitze des Schaftes hin in gradweiser Entwicklung der Verdichtung verhalten.

Während auf diese Weise die Bildung der Feder von ihrer Basis an in den verschiedenen Stadien vor sich geht, stehen diejenigen Theile, welche vollkommen gebildet sind, an der Oberfläche der Haut hervor, zuerst noch immer mit der Kapsel überzogen, welche sie am Anfang umhüllte. Nachher aber fallen die obern Theile derselben dadurch, daß sie durch die Wirkung der Luft vertrocknen und durch die Obliteration ihrer Blutgefäße keine Nahrung mehr erhalten, in Stücken ab, und lassen nach und nach die in denselben eingeschlossenen Theile der Feder zu Tage kommen, wobei die Filamente sich entfalten und ihre eigenthümliche Gestalt annehmen. Diese Aufeinanderfolge von Evolutio-

nen geht so lange vor sich, bis die hauptsächlichsten Theile des Schaftes und der Fahne der Feder gebildet sind, worauf eine andere Art von organischer Thätigkeit eintritt. Der hintere Theil des Bulbus zieht sich nun zusammen, wodurch sich die Ränder der hintern entsprechenden Fläche des Schaftes genauer aneinander anlegen und am Ende an der obern Oeffnung (O Fig. 156.) vereinigen, wo auch die Filamente, welche diesen Rändern entsprechen, aufhören. Dieser Theil hat nun den ihm angewiesenen Zweck erreicht und hört jetzt auf ernährt zu werden, daher er keine weitere hornige Bedeckung der Feder liefern kann. Alles, was davon übrig bleibt, reducirt sich auf eine dünne Membran, welche an der äußern Seite des Federkieles hängen bleibt und weggeschabt werden muß, ehe dieser als Schreibfeder benützt werden kann. Der Federkiel ist das Product des vordern Theiles der Zwiebel, welche nun aufhört, schwammige Substanz abzusondern und ein durchscheinendes horniges Material bildet, das seine ganze äußere Oberfläche überzieht. Während er sich aber gegen die Wurzel zusammenzieht, läßt er eine Reihe von sehr dünnen durchscheinenden Membranen zurück, welche, wenn sie eintrocknen, das bilden, was man die Seele der Feder nennt. Das letzte Ueberbleibsel der Zwiebel findet man als ein zartes Band, welches durch die untere Oeffnung des Kiels hindurchgeht und dazu dient, die Feder an die Haut zu befestigen. Mit der Zeit geht auch dieses Rudiment verloren, die ganze Feder stirbt ab und fällt aus, um der Bildung einer neuen in der gehörigen Jahreszeit Raum zu geben. Alle Federn werden im Allgemeinen jedes Jahr und zuweilen in noch kürzern Zeiträumen wieder erzeugt; und derselbe complicirte Hergang wird durch eine neue Matrix, die, so oft eine neue Feder entstehen soll, gebildet wird, begonnen und vollführt.

Man kann sich bei dem Ueberblick auf diese interessanten Thatsachen nicht enthalten von Bewunderung für die große Kunst und Fürsicht, welche bei dieser langen und verwickelten Reihe von Operationen ersichtlich ist, hingerissen zu werden. Während der Vogel noch durch die im Ei befindlichen Flüssigkeiten ernährt wurde, war schon der Grund zu seinem künftigen

Gefieder und zur Bildung seiner Flugwerkzeuge gelegt. Eine temporäre Bekleidung von Flaum schützt das Küchlein vor den rauhen Eindrücken der Luft, während ein eigener Apparat geschäftig ist, die zartesten Werkzeuge der Bedeckung und Bewegung zu gestalten; zuerst wird, wenn wir dieses Bild gebrauchen wollen, ein Gerüste aufgebaut, durch dessen Hülfe nachher jeder Theil in einer eigenthümlichen Ordnung und Reihenfolge aufgerichtet wird. Die nächste Sorge der Natur ist sodann, die Federfahne zu bilden, ein Theil, der für den Gebrauch der Feder der wesentlichste ist, und dann einen Schaft zu erzeugen, an welchen die Fahne befestigt wird und der ihr zur Unterstützung dient; zuletzt aber den Kiel der Feder, welcher eine Verlängerung ist, die dem Ganzen einen Hebelarm von hinreichender Länge verleiht, damit der Zweck des Gefieders erfüllt werde. Jemehr das so erzeugte Organ vollendet wird, sucht die Natur jenes Gerüste, das nur eine temporäre Function hatte, zu entfernen; die Membranen mit allen ihren Abtheilungen fallen ab, die gefäßreiche Masse, welche die Zwiebel bildete, wird aufgesogen, und an deren Stelle tritt Luft, wodurch, unbeschadet der Festigkeit, dem Organe die größte Leichtigkeit verliehen wird. Ist es nun möglich, daß ein denkender Verstand, nach Betrachtung aller dieser Thatsachen, zu der Ueberzeugung gelangen kann, daß alles dieses nichts als das Werk des Zufalls sey?

Es sind noch einige Verhältnisse zu besprechen, welche sich auf die Structur und Wirkung der Flügel der Vögel beziehen. Wenn wir die Art betrachten, wie diese Organe mit dem Schulterblatt articuliren, so finden wir, daß sie in Beziehung auf die Achse des Körpers eine schiefe Bewegung haben, so daß der Schlag, welchen sie der Luft mittheilen, zugleich nach unten und hinten gerichtet ist, und der Vogel daher, wenn er sich vorwärts bewegt, zugleich in einer der Schwerkraft entgegengesetzten Richtung bewegt wird. Die verschiedenen Theile des Flügels sind ebenfalls so beschaffen, daß sie zusammengezogen und zusammengefaltet werden, wenn der Flügel sich erhebt, aber sich vollkommen ausbreiten, sobald derselbe sich herabbewegt, um auf

die Luft zu wirken. Es liegt auf der Hand, daß ohne dieſe Einrichtung ein großer Theil der bewegenden Kraft durch den Widerſtand der Luft gegen den Flügel während ſeines ſich Herabbewegens verloren ginge, wenn während ſeines Erhebens ebenfalls ein Widerſtand vorhanden wäre. Es iſt ſomit die Lage der großen Federn die, daß ſie mit ihren flachen Seiten die Luft zuſammendrücken, mit ihren ſcharfen Kanten aber dieſelbe beim Erheben durchſchneiden. Beim Rudern kommt eine ähnliche Manipulation vor, wo durch Drehen des Ruders (feathering the oar) ebenfalls die Kante deſſelben das Waſſer durchſchneidet, der breite Theil aber auf daſſelbe ſchlägt.

Da die Flügel vornehmlich nach hinten geneigt ſind, ſo hat der größte Theil des Flügelſchlages die Wirkung, daß er den Körper vorwärts bewegt. Bei den Raubvögeln ſind die Schwingen ſehr ſchief geſtellt und daher können ſie weit beſſer horizontal vorwärts ſich bewegen, eine Art des Fluges, die ſie vornehmlich bei Verfolgung ihrer Beute unterſtützt, während ſie nicht im Stande ſind, ſehr ſchnell perpendiculär aufzuſteigen. Bei denjenigen Vögeln hingegen, welche beinahe in einer verticalen Richtung zu großen Höhen aufſteigen, wie die Wachtel und die Lerche, ſind die Schwingen ſo eingerichtet, daß ſie auf die Luft gerade nach unten wirken, ohne die geringſte ſchiefe Richtung anzunehmen. Aus demſelben Grunde ſteigen die Vögel leichter gegen als mit dem Winde auf, denn dieſer wirkt auf die ſchiefe Ebene, welche durch die Flügel während ihrer Biegung gebildet wird, und trägt ſo nach demſelben Principe zum Aufſteigen des Vogels bei, nach welchem ein papierner Drache in die Luft aufſteigt, wenn er in ſchiefer Lage gegen den Wind gehalten wird. Dieſer Umſtand iſt beſonders bei dem Emporſteigen der Raubvögel erſichtlich, deren Flügel eine in hohem Grade ſchiefe Lage haben, und wenn ſie vollkommen ausgebreitet ſind, eine große Oberfläche darbieten.

Der Schwanz, welcher als ein Steuerruder wirkt, hat beſonders den Zweck, die Direction des Fluges zu leiten. Iſt der Schwanz kurz, ſo übernehmen die Füße die Function deſſelben, die in dieſem Falle gewöhnlich ſehr lang ſind; dieſe werden als-

dann erhoben und nach hinten in gerader Linie ausgestreckt, wodurch sie dem Thiere im Steuern sehr behülflich sind. Bei manchen Vögeln, wie bei den Spechten, wird der Schwanz vorzüglich dazu angewandt, dem Körper beim Erklettern der Bäume als Stütze zu dienen. Die Schwanzwirbel sind oft zahlreich, aber kurz und zusammengedrückt. Sie sind durch die große Entwicklung ihrer Querfortsätze und dadurch ausgezeichnet, daß sie sowohl oben als unten Dornfortsätze besitzen. Der letzte Schwanzwirbel ist nicht wie bei andern Thieren cylindrisch, sondern hat eine breite kielförmige Gräte, an der sich die Federn festsetzen.

Die Vögel können sich nicht längere Zeit hindurch immer im Fluge befinden; denn während sie sich in der Luft schwebend erhalten, wird eine beträchtliche Menge Muskelkraft verzehrt. Sie haben, wie alle andere Thiere, zuweilen der Ruhe nöthig, und daher hat ihnen die Natur die Mittel verliehen, auf der Erde ihre Körper zu unterstützen und zu bewegen.

Da die vordern Extremitäten ausschließlich zum Fluge bestimmt und für die eigenthümlichen Verhältnisse der Bewegung in der Luft eingerichtet sind, so mußte die Unterstützung und Bewegung des Körpers auf dem Boden gänzlich den hintern Extremitäten überlassen werden. Der Schwerpunkt, der vorher durch die Flügel getragen wurde, muß nun auf die neue Basis, welche die Füße zur Unterstützung des Thieres bilden, gebracht werden, oder besser, da der Schwerpunct weit nach vorne liegt, so müssen die Füße so weit vorgeschoben werden können, daß sie unterhalb desselben zu stehen kommen. Da jedoch die Knochen der hintern Extremität von einem weit nach hinten gerichteten Theile des Beckens, das schon an sich auf eine beträchtliche Entfernung von den Flügeln nach hinten fliegt, entstehen, so war es nothwendig, daß gewisse Theile der Füße verlängert und unter sehr spitzen Winkeln mit den andern verbunden wurden. Wir finden daher, daß, während die Natur in der Bildung der Glieder eine gewisse Uebereinstimmung mit dem Typus der Wirbelthiere beibehalten hat, sie sowohl in der Zahl der Stücke, welche den Fuß ausmachen, als auch in der verhältnißmäßigen Stellung derselben, von der

Bildung der Säugthiere in so weit abgewichen ist, daß sie den Abtheilungen, die dem Fuße entsprechen, eine viel größere Länge verlieh. Während der ganze Fuß möglichst vorwärts gesetzt wird, sind die Zehen verlängert und so gebildet, daß sie sich ausspreitzen und eine weite Basis einschließen, auf welche der Schwerpunct fällt. Die Ausdehnung dieser Basis ist so beträchtlich, daß ein Vogel sich im Allgemeinen ganz leicht nur durch einen Fuß unterstützen kann, ohne der Gefahr ausgesetzt zu seyn, durch die unvermeidlichen Schwankungen seines Körpers umzufallen.

Der Oberschenkel ist im Vergleich mit dem Unterschenkel kurz, und dieser ist bei allen, und besonders bei der Familie der Sumpfvögel, Grallæ, sehr lang. Das Wadenbein ist ein außerordentlich zarter Knochen, und mit seinem untern Theile immer mit dem Unterschenkel vereinigt; die Sprunggelenksknochen fehlen, mit Ausnahme des Straußes, bei dem einige Rudimente derselben vorhanden sind, durchaus. Der lange Knochen, welcher auf den Unterschenkel folgt, und von einigen Anatomen für ein Sprunggelenksknochen gehalten wird, ist nichts als ein Mittelfußknochen (metatarsus) und bei den Sumpfvögeln außerordentlich lang. An seinem untern Ende hat dieser Knochen drei rollenförmige Gelenksflächen, die zur Befestigung der drei Zehen dienen, wozu beinahe bei allen Vögeln noch ein kleines Rudiment eines zweiten Mittelfußknochens kommt, an welchem die vierte Zehe sitzt. Die Zahl der Knochen, aus welchen jede einzelne Zehe besteht, scheint nach einem und demselben Gesetze gebildet zu seyn. Die innerste Zehe, welche man mit einem Daumen vergleichen kann, besteht ohne Ausnahme aus zwei Knochen; diejenige, welche auf diese zunächst folgt, hat immer drei; die folgende hat vier und die äußerste fünf Knochen; die Klauen sind immer an die letzten Gelenke befestigt und diese heißen daher Klauenknochen. Dieses merkwürdige numerische Verhältniß der einzelnen Zehenknochen ist aber von der Länge dieser Organe unabhängig.

Es gibt eine einzige Ordnung der Vögel, welche besonders zum Klettern und zum Sitzen auf Bäumen gebaut sind; bei diesen sind die beiden mittlern Zehen mit einander parallel und die

innere und äußere Zehe rückwärts gerichtet, so daß sie jenen in der Wirkung entgegengesetzt sind. Diese können daher mit der größten Leichtigkeit Gegenstände anfassen, indem sie in der That zwei Daumen besitzen, die den beiden Fingern entgegenwirken können. Man nennt sie Klettervögel, Scansores, Zygodactyli. Bei fast allen andern Vögeln sind drei Zehen nach vorn und eine nach hinten gerichtet; bei einigen aber, wie bei den Eulen und Papageien, kann die innere Zehe bald nach vorn, bald nach hinten gerichtet werden, so daß sie den Uebergang zwischen diesen Formen machen.

Nach dieser Aufzählung der Zehen möchte es scheinen, als ob die Natur bei der für die Vögel erforderlichen Einrichtung den bei den übrigen Wirbelthieren vorkommenden Typus abgeändert und vorsätzlicher Weise einen der Zehen, da die Anzahl derselben gewöhnlich fünf ist, weggelassen hätte. Es kommen jedoch bei den Vögeln Fälle vor, wo man an der innern Seite des Mittelfußknochens weiter oben ein Rudiment eines fünften Knochens antrifft. Der Sporn des Hahnen kann als ein solches betrachtet werden. Von diesem Mangel der Zehen sind als Beispiele noch diejenigen Vögel anzuführen, welche nur drei Zehen haben, nämlich die Gattungen Emu, Casuarius und Rhea, und hier fehlt immer die innere Zehe, indem nur die äußern übrig bleiben, nämlich diejenigen, welche beziehungsweise drei, vier und fünf Phalangen (Zehenglieder) haben. Der Strauß hat nur zwei Zehen, von denen der eine vier und der andere fünf Phalangen besitzt; hier ist also wieder der innerste der vorigen, nämlich der, welcher aus drei Phalangen besteht, der fehlende *).

Ein jeder Vogel kann die Lage des Schwerpunctes seines Körpers je nach Umständen dadurch verändern, daß er den Kopf

*) Der letzte Knochen der äußern Zehe des Straußes ist sehr klein und entging, weil er gewöhnlich beim Maceriren des Skeletes verloren geht, der Aufmerksamkeit mancher Naturforscher; Dr. Grant hat aber durch genaue Untersuchung eines frischen Exemplares die Anwesenheit dieser fünften Phalanx dargethan.

Vergleiche Cuvier, Leçons d'anatomie comparée, Paris 1835, Vol. I, p. 349, rémarque. Anm. d. Uebers.

vorſtreckt oder zurückzieht. Im Fluge wird der Hals ſo weit als möglich vorwärts ausgeſtreckt, damit der Schwerpunct unmittelbar unter den Urſprung der Flügel komme, durch welche der Körper getragen wird. Wenn die Vögel aber auf ihren Füßen ſtehen, ſo biegen ſie den Kopf ſo weit als möglich zurück, um den Körper auf ſeiner Baſis zu balanciren. Bereiten ſie ſich zum Schlafe vor, ſo bringen ſie den Schwerpunct noch weiter zurück, indem ſie den Kopf zurückbiegen und unter einen Flügel ſtecken. Die Bewegungen des Kopfes werden ebenfalls beim Gehen des Vogels benutzt und der Schwerpunct wird durch ſie von einem Fuß auf den andern übergetragen; daher iſt der Kopf des Vogels beim Gehen in beſtändiger Bewegung. Aus dieſer Urſache haben auch Vögel, deren Füße ſehr kurz ſind, wie die Enten, einen unbehülflichen watſchelnden Gang. Man hat die Bemerkung gemacht, daß die am vollkommenſten zum Rauben gebauten Vögel nicht die beſten Läufer ſind, denn würden ſie ihre Füße dazu anwenden, ſo würden ihre Klauen, welche zum Erfaſſen und Zerreißen ihrer Beute ſcharf ſeyn müſſen, ſtumpf werden, und daher unterſtützt ſich der Adler, wenn er auf dem Boden gehen muß, immer mehr oder weniger durch die Bewegung ſeiner Schwingen.

Beim Sitzen halten ſich die Vögel häufig auf ihren Stangen nur mit einem einzigen Fuß, während der andere dicht an den Körper angezogen wird; und ſie halten ſich ſogar in dieſer Stellung mit mehr Leichtigkeit und Sicherheit, als wenn ſie auf ihren beiden Füßen ſäßen. Eine gute Erklärung dieſer merkwürdigen Thatſache hat uns ſchon längſt Borelli gegeben. Betrachtet man die Sehnen (TT, Fig. 160) der Muskeln (MM), welche die Klauen biegen, und ſie fähig machen, einen Gegenſtand zu ergreifen, ſo findet man, daß ſie ſich über die äußern Winkel eines jeden vorkommenden Gelenkes wegziehen; ſo daß dieſe Sehnen bei jeder Biegung der Gelenke über die Winkel hinlaufen und ſo ohne Mitwirkung der Muskelthätigkeit die Zehen einwärts biegen und den Fuß in eine Art von Fauſt zu verwandeln ſtreben. Sitzt nun der Vogel auf ſeiner Stange, ſo wird dieſe Wirkung blos durch das Gewicht des Körpers, das nach und nach alle Gelenke des Glie-

des, auf dem er ruht, zu biegen ſucht, hervorgebracht, ſo daß je größer das Gewicht iſt, deſto größer auch die Kraft wird, mit welcher der Vogel die Stange umfaßt. Alle dieſe Erſcheinungen finden ohne Muskelanſtrengung und ohne Willensäußerung des Vogels ſtatt. Auch erhält er ſich in dieſer Stellung leichter auf einem als auf zwei Füßen, weil in dem letztern Falle das Gewicht des Körpers zwiſchen beiden Beinen getheilt wird und die Zehen daher nicht mit der nöthigen Energie zuſammengezogen werden. In dieſer Stellung ſchläft der Vogel nicht nur mit vollkommener Sicherheit, ſondern widerſteht auch den Stößen des Windes und der Bewegung der Aeſte.

Die beträchtliche Länge der Zehen macht, daß die Vögel leicht auf einem Fuße ſtehen und in dieſer Stellung den andern Fuß als Hand gebrauchen können, was beſonders die Papagayen thun, deren Kopf zu ſchwer iſt, als daß er mit Leichtigkeit auf den Boden geneigt werden könnte. Einige Vögel, und namentlich ſolche, welche gewöhnlich an den Ufern der Flüſſe wohnen, halten gewöhnlich einen Stein in dem einen Fuß, während ſie auf dem andern ruhen. Dieß trägt dazu bei, auf eine doppelte Weiſe die Feſtigkeit ihres Stehens zu vergrößern: denn erſtens wird dadurch das Gewicht des Körpers vermehrt, welches die Kraft iſt, die die Sehnen anzieht und den Fuß veranlaßt, ſich an Zweigen feſtzuhalten und zweitens fällt der Schwerpunct des Körpers dadurch tiefer.

Beim Storch und einigen andern zu derſelben Ordnung gehörigen Vögeln, welche ſtehend auf einem Fuße ſchlafen, kommt eine merkwürdige mechaniſche Vorrichtung vor, wodurch das Gelenk der Fußwurzel geſchloſſen werden kann und der Vogel in den Stand geſetzt wird, ohne Muskelanſtrengung ſeinen Fuß geſtreckt zu erhalten. Der Mechanismus iſt der Art, daß die Wirkung der gewöhnlichen Oscillationen, welche bei der Ruhe des Körpers vorkommen, aufgehoben wird, während jedoch das Gelenk durch eine willkührliche Thätigkeit der Muskeln leicht wieder beweglich gemacht wird, ſobald das Glied zum Behufe des Fortſchreitens gebogen werden ſoll. Die Kugel des Mittelfußknochens wird dabei

mit einiger Gewalt in die Gelenkhöhle des Unterſchenkels eingetrieben *).

Auf dieſe allgemeine Ueberſicht der mechaniſchen Verhältniſſe der Vögel muß ich mich nunmehr beſchränken, da es außer den mir vorgeſchriebenen Gränzen läge, mehr in die Eigenthümlichkeiten, welche die verſchiedenen Ordnungen und Familien characteriſiren, einzugehen. Einige der merkwürdigern Abweichungen von dem, was man die normale Conformation nennen kann, mögen jedoch unſere Aufmerkſamkeit noch einige Zeit lang feſſeln.

Der Strauß zeigt von allen Vögeln die meiſten Ausnahmen von den allgemeinen Regeln, welchen die Bildung der Vögel unterworfen zu ſeyn ſcheint, und macht in manchen Eigenthümlichkeiten der Structur ſeines Körpers einige Annäherung zu den characteriſtiſchen Verhältniſſen der Säugthiere. Obgleich dieſer Vogel mit Flügeln verſehen iſt, ſo war es offenbar nie die Abſicht der Natur, daß ſie ihm zum Fluge dienen ſollten. Die hauptſächlichſte Muskelkraft dieſes Thieres iſt daher auch auf ſeine Füße verwandt, welche außerordentlich dick und ſtark ſind und daher vortrefflich als Organe einer raſchen Fortbewegung dienen. Das Bruſtbein iſt ſchwach und zeigt nicht jene kielähnlich hervorſpringende Gräthe, welche andere Vögel ſehr auszeichnet. Die Schlüſſelbeine erreichen das Bruſtbein nicht und ſtoßen nicht einmal an dem vordern Theile des Bruſtkorbes zuſammen, um eine Gabel zu bilden; und da die Flügel nicht zum Fluge verwandt werden, ſo wird die gewöhnliche Function dieſes Knochens auch nicht in Anſpruch genommen. Das Becken weicht in ſeiner Geſtalt von der gewöhnlich bei den Vögeln vorkommenden Bildung ab, denn die Schambeine, welche bei allen andern Vögeln getrennt ſind, ſind bei dieſem, wie bei einem Säugthiere, geſchloſſen.

*) Dieſen Mechanismus hat Dr. Macartney in den Transactions of the Royal Irish Academy, Vol. XIII, p. 20 beſchrieben, und eine noch ausgeführtere Beſchreibung deſſelben ſteht in Rees's Encyclopædia, Art. Bird. Es iſt hiebei zu bemerken, daß Cuvier und Duméril einen Irrthum begangen haben, indem ſie dieſe eigenthümliche Bildung dem Knie- und nicht dem Fußwurzelgelenke zuſchrieben.

Seine Federn haben nicht jenen künstlichen Apparat von hakenförmigen Fäserchen, welche sonst bei allen Vögeln, welche fliegen, vorkommen. Da die Filamente der Straußenfedern keine Fäserchen besitzen, so hängen sie los und ohne Vereinigung mit einander herab und bilden eine Art feinen Haares oder Flaumes, welcher, ob er gleich als ein Putzartikel und eine Zierde des Kopfschmuckes der Damen geschätzt wird, physiologisch betrachtet immer als eine entartete Federbildung betrachtet werden muß.

Eben so hat die Fettgans (Pinguin, Aptenodytes) Flügel, welche wegen ihrer Kürze durchaus unfähig sind, den Körper dieses Thieres in die Luft zu erheben; sie dienen daher in der That zu einem ganz andern Zwecke, nämlich zum Schwimmen. In der äußern Form haben sie Aehnlichkeit mit der vordern Extremität einer Seeschildkröte; bei genauerer Betrachtung findet man jedoch, daß sie ebenfalls nach dem Urtypus eines Vogelflügels gebildet sind; es scheint hier fast, als ob die Natur sich durch ein Gesetz gebunden fühlte, von dem Normaltypus der Organisation selbst dann nicht abzuweichen, wenn die Function des Organes eine andere geworden ist. Da die Fettgänse die Bestimmung haben, in der See zu leben, so sind alle ihre Extremitäten zum Schwimmen eingerichtet. Ihre Füße sind außererdentlich kurz und weit nach hinten gerichtet, so daß diese Vögel, wenn sie auf dem Ufer auf ihren Füßen stehen wollen, eine aufrechte, perpendiculaire Stellung annehmen müssen, um den Schwerpunct ihres Körpers genau in die Unterstützungsbasis zu bringen; eine Stellung, welche ihnen ein sonderbares, abentheuerliches Ansehen gibt.

Ich habe bereits die langen Beine und Füße der Sumpfvögel angeführt, deren Nutzen, bei der Gewohnheit derselben, in moorigen Gründen und seichten Gewässern ihrer Nahrung nachzugehen, in die Augen springend ist. Ihre Füße sind nicht mit Federn bedeckt, und diese würden auch durch die beständige Feuchtigkeit der Verderbniß ausgesetzt seyn. Solche Vögel aber, welche wirklich im Wasser leben, haben Schwimmfüße, das heißt ihre Zehen sind durch eine eigenthümliche Haut, die Schwimmhaut, unter einander verbunden; ein Mechanismus, wodurch sie wie Ruder wirken; und in der That alle künstliche Ruder, welche der

menſchliche Scharfſinn jemals erfunden hat, an Wirkſamkeit übertreffen; denn ſobald der ausgebreitete Fuß auf die hinter ihm befindliche Waſſerſäule gewirkt hat, ſo fallen die Zehen zuſammen und bieten, während ſie vorwärts gezogen werden, dem ſich ihnen entgegenſetzenden Waſſer eine außerordentlich ſchmale Oberfläche dar. Ihr Gefieder iſt ſo eingerichtet, daß es das Waſſer verhindert durchzudringen, und um ihm dieſe Fähigkeit zu erhalten, ſind dieſe Vögel mit einer ölartigen Feuchtigkeit verſehen, welche ſie mit vieler Sorgfalt über die ganze Oberfläche ihres Körpers verbreiten. Der Schwan und viele andere Waſſervögel gebrauchen ihre Flügel als Segel und laſſen ſich blos durch den Wind mit ziemlicher Schnelligkeit über das Waſſer fortbewegen.

Die Vögel übertreffen alle andere Wirbelthiere an Energie der Muskelkraft. Die Schnelligkeit und Kraft, welche ſie in allen ihren Bewegungen kund thun, und die faſt unzerſtörbare Lebendigkeit, welche ſie Stunden und Tage lang bei den heftigen Kraftäußerungen, welche beim Fluge erforderlich ſind, zeigen, übertreffen alle bei den Quadrupeden wahrnehmbaren Eigenſchaften dieſer Art und hängen wahrſcheinlich davon ab, daß die Energie und Ausdehnung ihrer Reſpiration ſtärker iſt, als bei jeder andern Thierclaſſe.

Ende des erſten Bandes.

Figurenregiſter

zum

erſten Bande.

Der Leſer wolle vor dem Aufſuchen der Abbildungen auf den Tafeln, dieſes Regiſter, welches die Tafeln genau angibt und Erläuterungen enthält, nachſchlagen, und die Seitenzahlen als Führer gebrauchen.

Seite	Fig.		Tafel
42	1	Einfache Pflanzenzellen (nach Slack)	I.
42	2	Fucus vesiculosus, Horizontal-Durchſchnitt (De Candolle)	I.
42	3	deßgl. Vertical-Durchſchnitt (derſ.)	I.
42	4	Comprimirte Pflanzenzellen (Slack)	I.
42	5	Sechseckige und verlängerte Zellen (derſ.) . . .	I
42	6	Verlängerte Zellen (derſ.)	I.
43	7	Fibröſe Zellen (derſ.)	I.
43	8	Netzförmige Zellen (derſ.)	I.
45	9	Verlängerte, an den Seiten aneinander gereihte Zellen	I.
46	10	Perlenſchnurförmige Gefäße	I.
49	11	Zellen der Oberhaut (De Candolle)	I.
49	13	Stomata (vergrößert) (Amici)	I.
68	14	Durchſchnitt eines Blutgefäßes mit offenen Klappen	I.
68	15	deßgl. mit geſchloſſenen Klappen	I.
78	16	Geſtreifte Oberfläche einer Schuppe des Cyprinus alburnus (Heisinger)	I
78	18	Dachziegelförm. Anordnung der Fiſchſchuppen (derſ.)	I
79	19 a	Vergrößerter Durchſchnitt der Haarzwiebeln . .	II.
81	19 b	Stachel vom Stachelſchwein (F. Cuvier) . . .	I.

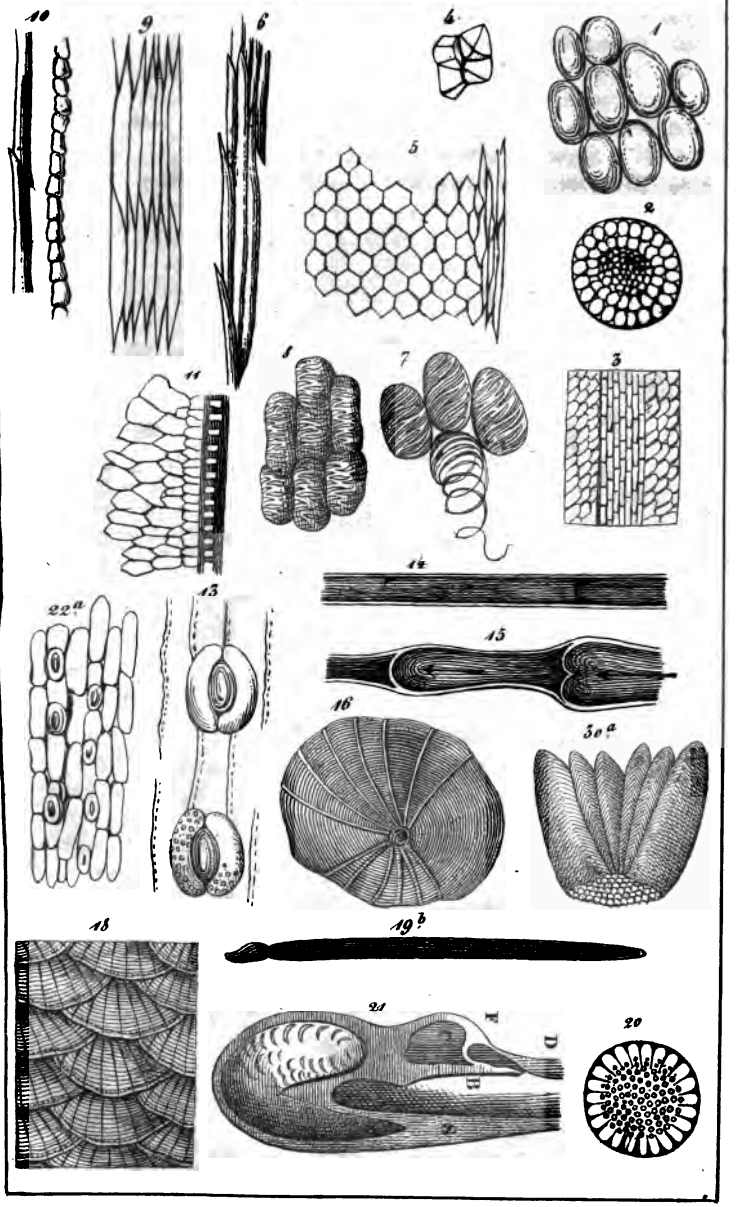
Seite	Fig.		Tafel
81	20	Querdurchſchnitt deſſelben (derſ.)	I.
81	21	Längendurchſchnitt der Zwiebelzelle deſſelben (derſ.)	I.
79	30 a	Schuppe der Perca fluviatilis (Carus)	II.
81	22 a	Oberhaut des Lycopodium denticulatum (De Candolle)	I.
81	22 b	Capſel des Stachels beim Stachelſchwein, offengelegt (derſ.)	I.
89	23	Diagram, die Bewegung der ſchiefen Muskeln darſtellend	II.
91	24	Muskeln des Trommelfells (Home)	II.
92	25	Regenbogenhaut des Auges (derſ.)	II.
92	26	Faſern einer ſaugenden Muskelſcheibe	II.
101	27	Anſicht eines Schwammes (Grant)	II.
101	28	Poren eines Schwammes (derſ.)	II.
110	29	Lobularia. Alcyonium pelasgica (Deterville) .	II.
110	30 b	Abgelöster Polype der Perca fluviatilis (derſ.) . .	I.
110	31	Zoanthus (Actinia sociata) (Ellis)	II.
110	32	Hydra viridis (Trembley)	II.
112	33	Sertularia pelasgica (Deterville)	II.
112	34	Tubipora musica (Ellis)	II.
112	35	Durchſchnitt und Polypen derſ. vergrößert (derſ.)	III.
112	36	Flustra carbasea (derſ.)	II.
112	37	Zellen davon, vergrößert (derſ.)	III.
113	38	Corallium rubrum (derſ.)	III.
113	39	Polypen davon, vergrößert (derſ.)	III.
113	40	Durchſchnitt der Gorgonia Briareus (derſ.) . . .	III.
114	41	Isis hippuris (derſ.)	III.
117	42	Polype der Flustra carbasea (Grant)	III.
117	43	Fühlfäden derſelben, vergrößert (Grant)	II.
119	44	Pennatula phosphorea (Ellis)	III.
119	45	Vergrößerte Anſicht ihres Polypen (derſ.) . . .	III.
125	46	Vorticella cyathina (Müller)	III.
128	47	Proteus diffluens (derſ.)	III.
128	48	Volvox globator (derſ.)	III.
130	49	Brachionus urceolaris (derſ.)	III.
131	50	Medusa pulmo (Macri)	III.
133	51	Beroë ovatus (Bruguière)	III.
133	52	Beroë pileus (derſ.)	III.
134	53	Velella limbosa (Guérin)	III.
134	54	Physalia atlantica (derſ.)	III.
136	55	Actinia rufa (Roget)	IV.
135	56	Dieſelbe, bei ausgeſtreckten Fühlfäden (Roget) .	IV.

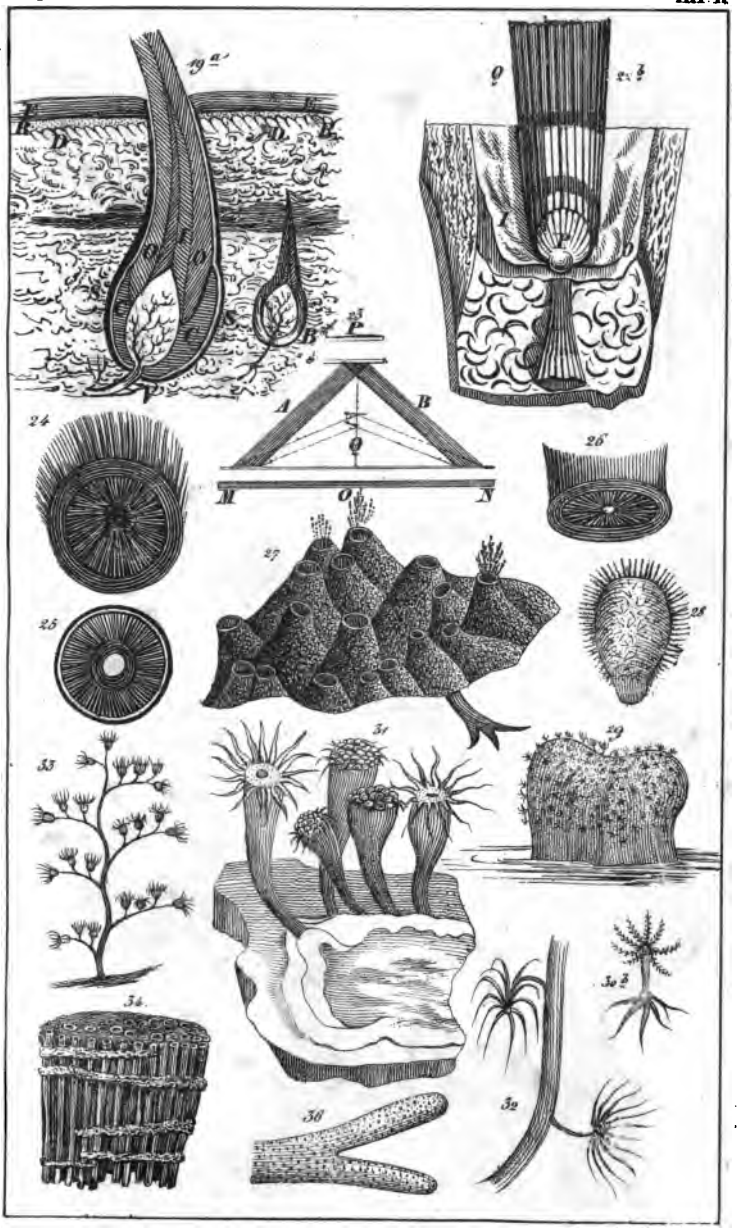
Seite	Fig.		Tafel
137	57	Asterias serrulata (Bruguière)	IV.
137	58	Asterias regularis (derſ.)	IV.
137	64	Ambulacra und Füße der Asterias, von unten betrachtet (Réaumur)	IV.
138	65	deßgl. von oben betrachtet (derſ.)	IV.
138	66	Mechanismus an den Füßen von Asterias	IV.
139	67	Vieleckige Platten beim Echinus	IV.
139	60	Clypeaster rosaceus (derſ.)	IV.
144	63	Pentacrinus europaeus (Thomson)	IV.
144	68	Bildung der Platten bei demſelben	IV.
144	69	Stachel der Cidaris (Carus)	IV.
145	59	Echinus Ananchites ovata (derſ.)	IV.
145	60	Clypeaster rosaceus (derſ.)	IV.
145	61	Ophiura lacertosa (derſ.)	IV.
146	62	Euryale muricatum (derſ.)	IV.
149	70	Schale der Unio batava (Goldfuss)	IV.
151	71	Schale der Pholas candida, mit den Adductoren (Osler)	IV.
152	72	Fuß des Cardium edule (Réaumur)	IV.
156	73	Planorbus cornutus (Cuvier)	IV.
160	74	Vergrößerte Anſicht der Streifen auf der Oberfläche der Perlmutter (Herschel)	V.
161	75	Anordnung der Faſern bei den Lagen der Muſchela	V.
167	73	Planorbus cornutus (Cuvier)	V.
167	76	Längendurchſchnitt der Achatina Zebra (de Blainville)	V.
170	77	Schale der Cypraea exanthema in einem frühern Alter (derſ.)	V.
170	78	Schale derſelben, ausgewachſen (derſ.)	V.
173	79	Längendurchſchnitt des Conus (Roget)	V.
174	80	Turbo. Innere Oberfläche ſeines Epiphragma (de Blainville)	IV.
175	81	Aeußere Oberfläche deſſelben (derſ.)	IV.
178	82	Clio borealis (Cuvier)	V.
178	83	Sepia loligo (de Blainville)	V.
179	84	Saugwarzen deſſelben (derſ.)	IV.
179	85 a b c	Saugwarzen des Octopus (Roget)	V.
183	87 a.	Längendurchſchnitt der Schale der Spirula australis (De Blainville)	V.
184	87 b.	Längendurchſchnitt des Nautilus pompilius	V.
187	88	Pontobdella muricata (Bruguière)	V.
187	89	Nereis (derſ.)	V.

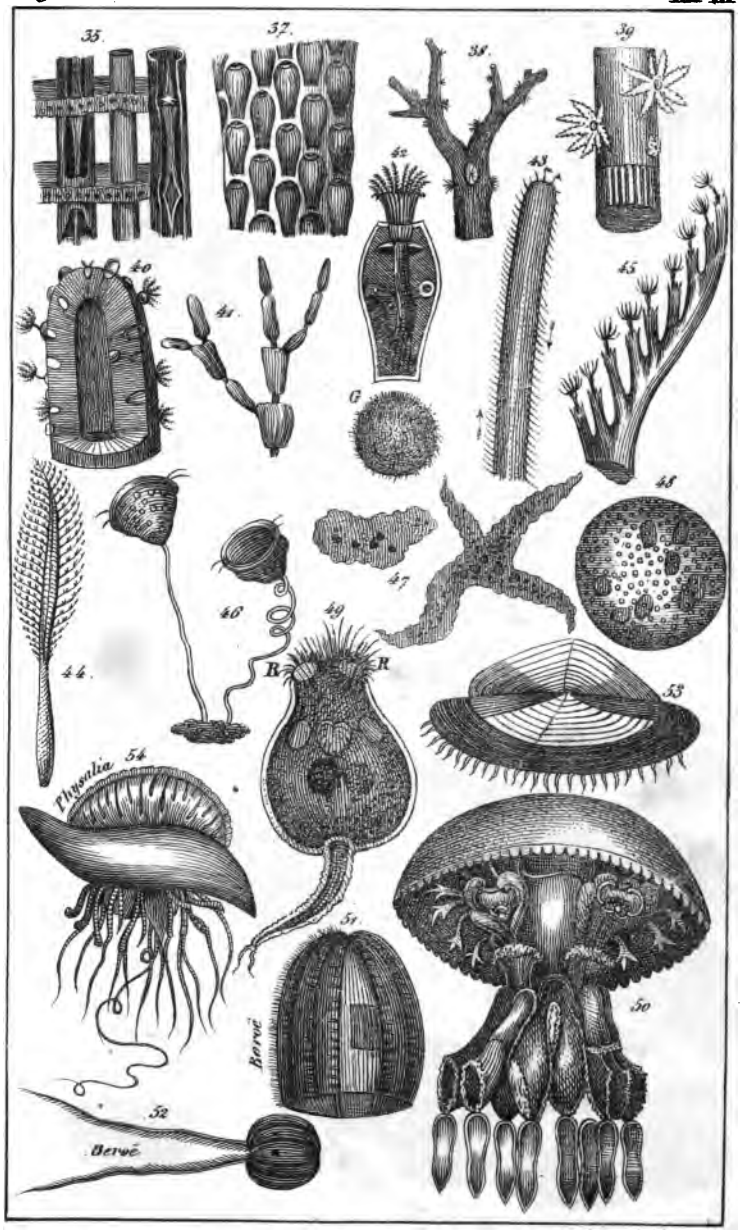
Seite	Fig.		Tafel
187	90	Erpobdella vulgaris (Lam.) Hirudo hyalina . .	V.
188	91	Die Ringe und Muskelbänder der Annelida (Roget)	V.
189	89	Nereis (Bruguière)	V.
191	92	Serpula operculata	V.
191	93	Terebella conchilega (De Blainville)	V.
191	94	Arenicola piscatorum, oder Lumbricus marinus .	V.
193	89	Nereis (Bruguière)	V.
195	95	Arena diadema (Roesel)	VI.
198	96	Glieder eines Krustenthiers	V.
200	97	Kinnlade und Palpus der Mysis Fabricii (Bruguière)	V.
200	98 — 100	Fußkinnladen (derſ.)	VI.
200	101	Erſtes Paar der wahren Füße (Bruguière) . . .	VI.
208	102	Muskeln der Melolontha vulgaris (Strauss-Durckheim	VI.
211	103	Eier des Bombyx mori	VI.
211	104	Larven deſſelben	VI.
211	105	Puppe deſſelben	VI.
211	106	Schmetterling deſſelben	VI.
222	107	Calosoma Sycophanta (Kirby and Spence) . . .	VI.
222	108	Analyſe ihres Skelets (Carus)	VII.
222	109	Anſicht des Segments des Kopfs derſelben von hinten (derſ.)	
225	108	Skelet von Calosoma Sycophanta (Kirby and Spence)	VI.
231	110	Saugwarzen am Fuße der Musca vomitoria, vergrößert (Bauer)	VI.
233	111	Dytiscus marginalis, obere Seite (Roesel) . . .	VI.
233	112	Untere Seite deſſelben Inſects (derſ.)	VI.
238	113	Notonecta glauca (Roesel)	VI.
243	115	Flügel der Libellula grandis. Neuroptera . . .	VI.
243	116	Flügel des Ichneumon persuasorius. Hymenoptera	VII.
244	118	Stachel der Anthophora retusa (Newport) . . .	VIII.
245	117	Flügel der Tipula oleracea. Diptera	VII.
247	119	Schuppen im Flügel der Hesperia Sloanus (Roget)	VII.
247	120	Anordnung der Schuppen im Flügel derſelben . .	VII.
247	106	Schmetterling von Bombyx mori	VI.
264	121	Verknöcherung des Seitenwandbeins (Cheselden) .	VII.
266	122	Obere Seite eines Kinderſchädels	VIII.
266	123	Derſelbe beim Erwachſenen	VIII
271	124	Menſchliche Rückenwirbel	VIII.
271	125	Verbindung der, die Rückenmarkſäule bildenden Wirbel	VIII.
271	126	Senkrechter Durchſchnitt, den Rückenmarkcanal zeigend	VIII.

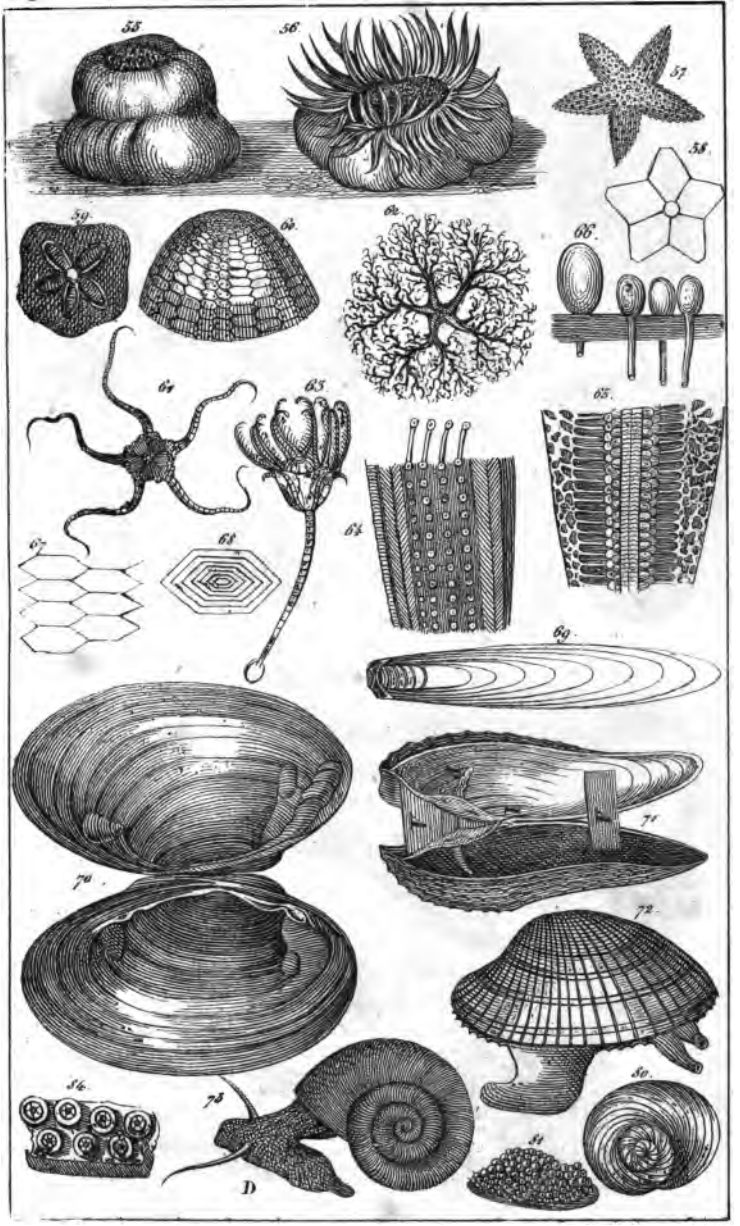
Seite	Fig.		Tafel
275	127	Elemente eines Wirbels (Carus)	VIII.
281	128	Skelet eines Schweins (Pander und d'Alton)	VIII.
283	129	Bruſtbein, Schwerdtfortſatz ꝛc. beim menſchlichen Skelet	VIII.
289	130	Skelet des Cyprinus carpio (Bonnaterre)	IX.
289	131	Diagram, die Fortbewegung bei Fiſchen darſtellend	IX.
291	132	Die Wirbel eines Wallfiſches (Gadus morrhua)	IX.
291	133	Durchſchnitt eines Theils der Rückenwirbelſäule bei demſ.	IX.
292	108	Skelet von Calosoma Sycophanta (Kirby and Spence)	VI.
293	114	Flügel des Gryllus nasutus. Orthoptera	VI.
296	134	Ellenbogenbein und Speiche von Lophius piscatorius (Carus)	IX.
297	135	Bruſtfloße der Raia clavata (derſ.)	IX.
297	136	Knochengürtel beim Rochen (derſ.)	IX.
299	137	Muskelſyſtem des Cyprinus alburnus (derſ.)	IX.
301	138	Luftblaſe von Cyprinus carpio (Blasius)	IX.
307	139	Seitenanſicht einer Kaulquappe (Rusconi)	IX.
310	140	Skelet eines Froſchs (Cheselden)	X.
314	141	Skelet einer Viper	X.
315	142	Klauenmuskel von Boa constrictor (Mayer)	X.
315	143	Rudimentartige Knochen im Amphisbaena alba	X.
317	145	Rippen und Dornfortſätze bei der Boa constrictor (Home)	XI.
321	144	Chalcides pentadactylus (Bonnaterre)	X.
324	146	Viermal vergrößerte untere Fläche des Fußes von Lacerta gecko (Bauer)	X.
326	147	Skelet der Schildkröte (Carus)	X.
330	148	Hintere Anſicht des Schädels der Testudo mydas (derſ.)	XI.
344	149	Extremitäten des Delphinus phocoena (Pander u. d'Alton	XI.
356	150	Skelet eines Ochſen mit dem Ligamentum nuchae (Roget)	XI.
366	151	Spitze eines Antilopenhorns (Cheselden)	X.
380	152	Skelet des Löwen (Pander u. d'Alton)	XI.
397	153	Skelet des Vespertilio molossus (Temmink)	XII.
403	154	Skelet des Schwans (Cheselden)	XII.
407	154	deßgl. (derſ.)	XII.
411	155	Fäſerchen einer Gansfeder (Roget)	XIII.
415	156	Feder, ihr Bau (F. Cuvier)	XIII.

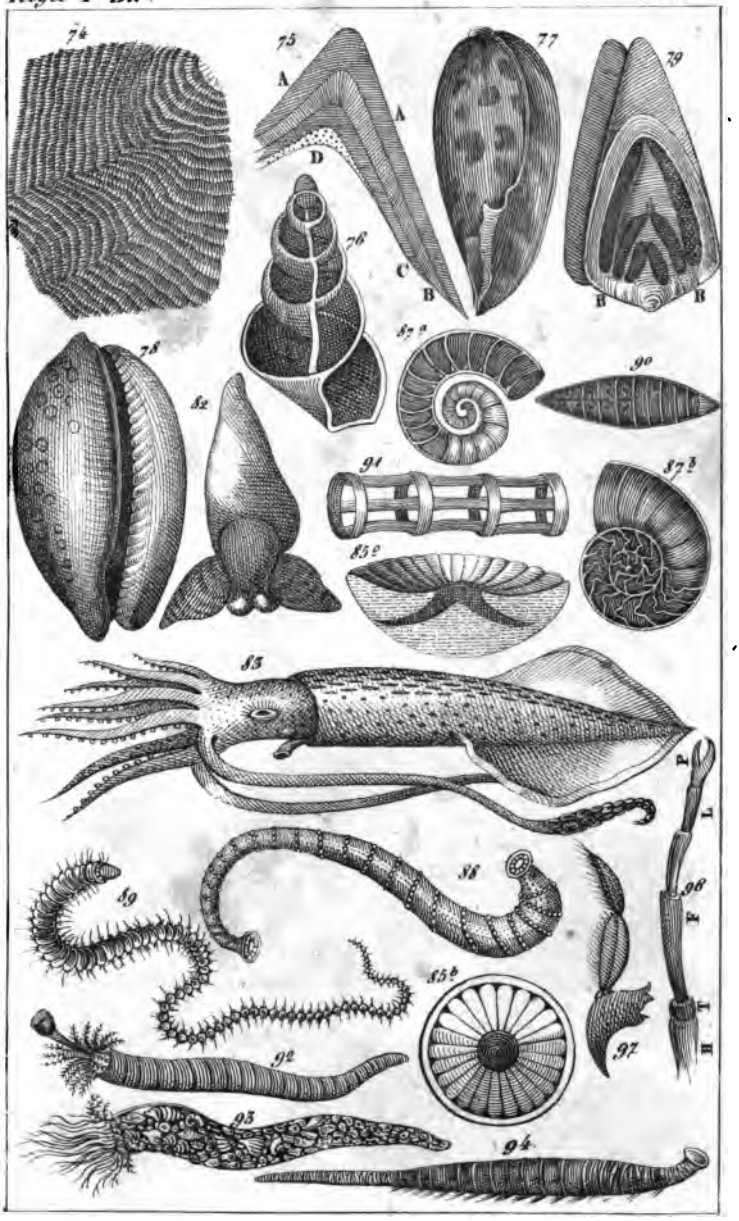
Seite	Fig.		Tafel
415	157	Capsel, oder Matrix der Feder (derſ.)	XII.
416	158	Anſicht der, in der Capsel eingeſchloſſenen Theile, offengelegt (derſ.)	XIII.
417	159	Durchſchnitt des Federſchaftes im Wachsthum, die Reihe der coniſchen Membrane darſtellend . .	XII.
424	160	Klauenbiegende Muskeln des Fußes und der Zehen bei Vögeln	XIII.


10
9
6
4
1
5
2
11
8
7
3
14
22a
13
15
16
30a
18
19b
21
20
F
D
B
S

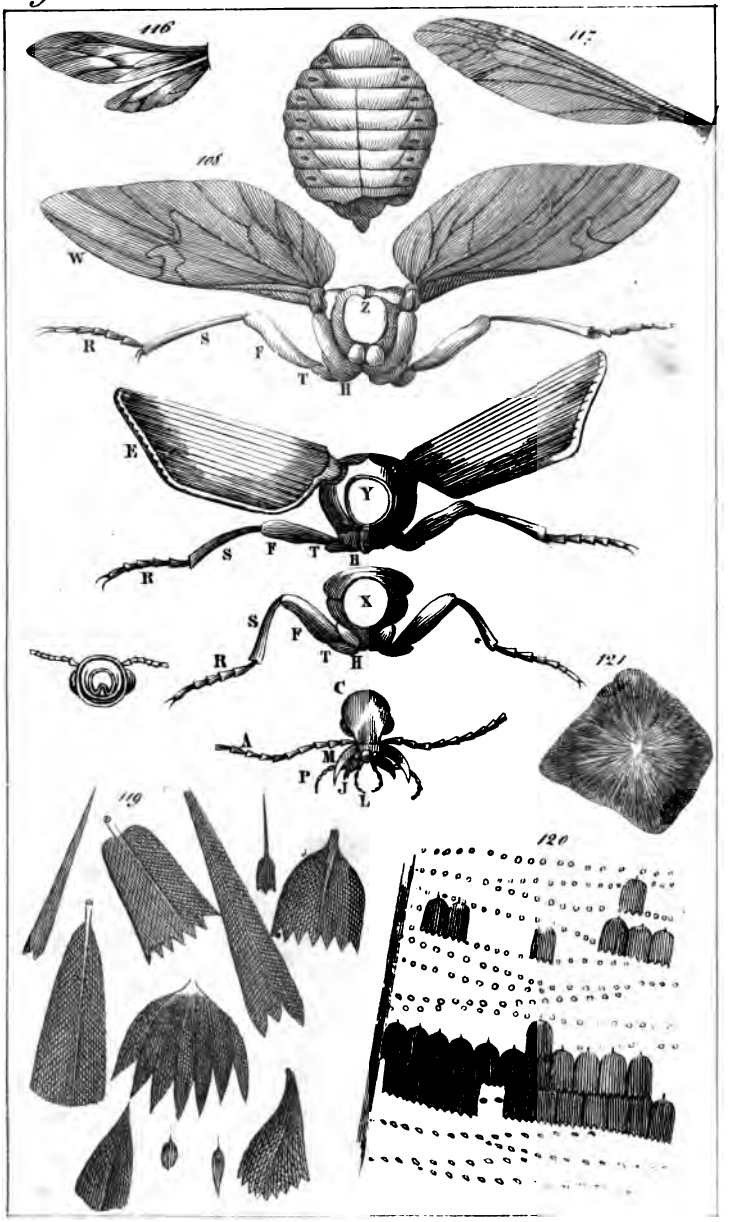

19a
22b
23
24
26
27
25
28
31
29
33
30b
34
32
36
A
B
M
O
N
P
Q


35.
37.
38.
39
42
43
40
41
45
G
48
47
46
49
44.
R
R
53
54
Physalia
51
50
Beroë
52
Beroë

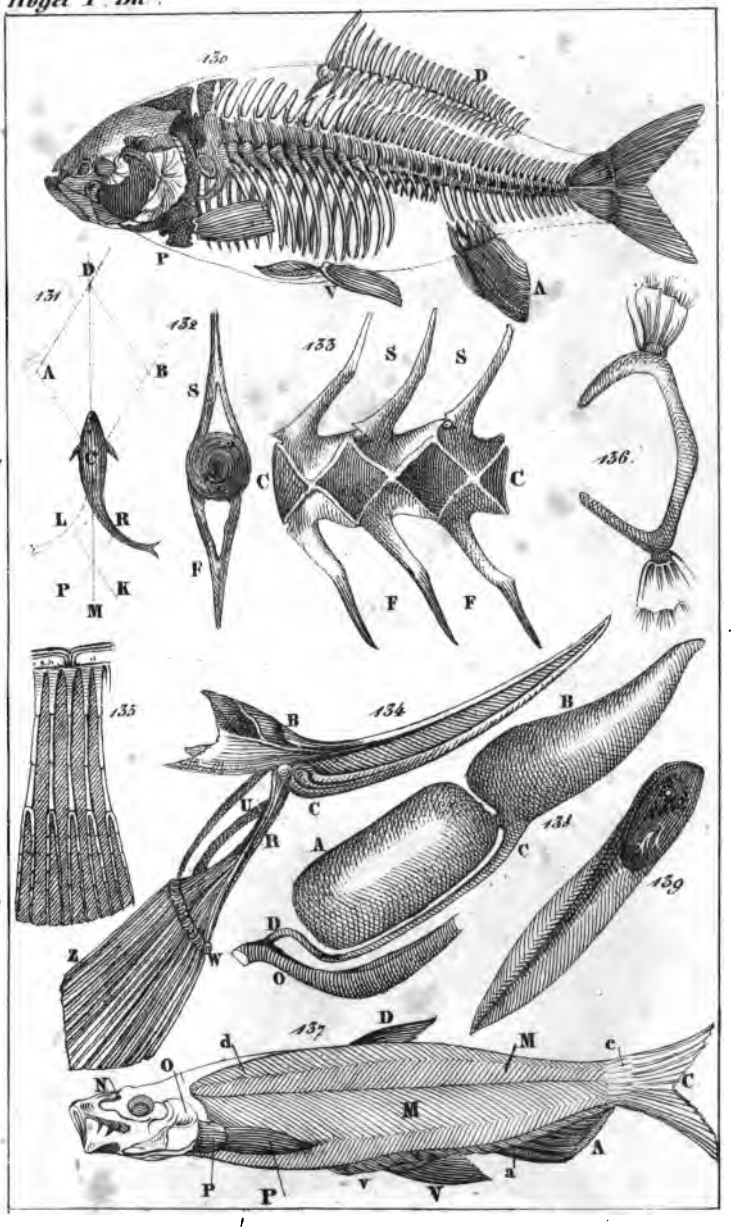

55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
D

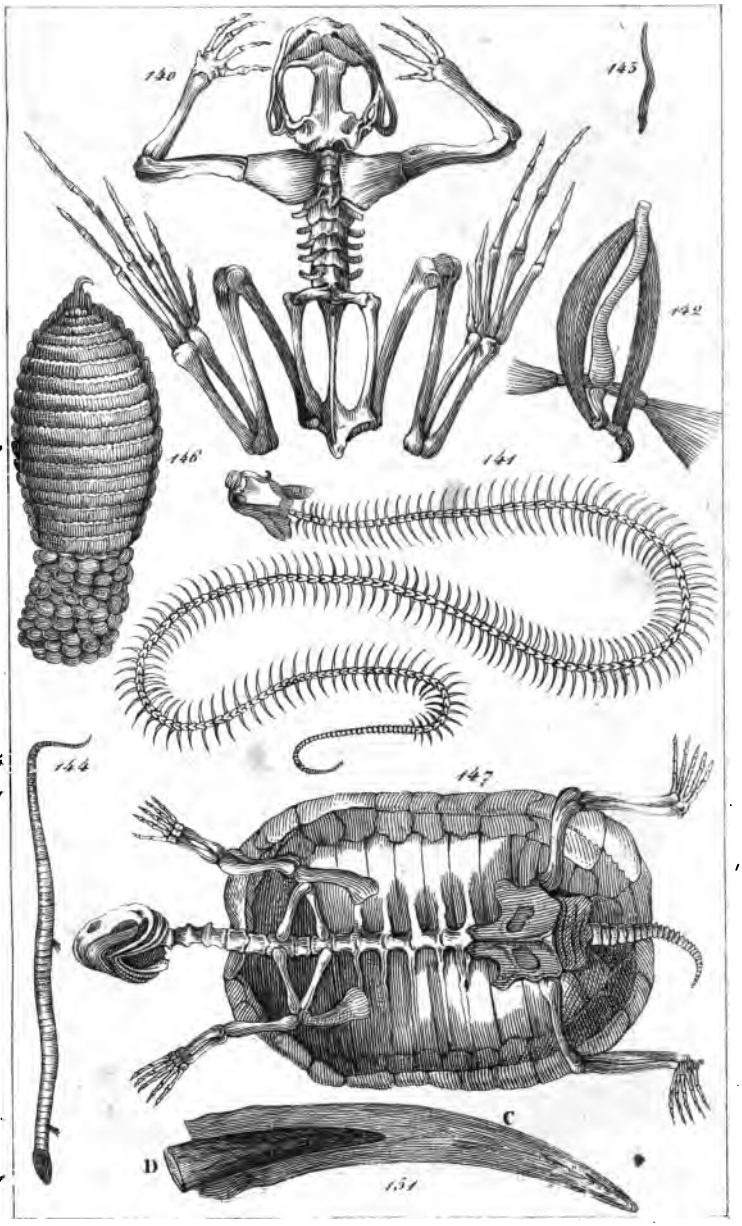

74
75
77
79
76
78
87a
90
82
91
87b
85a
83
88
89
96
85b
92
97
93
94
A
D
C
B
P
L
F
T
H

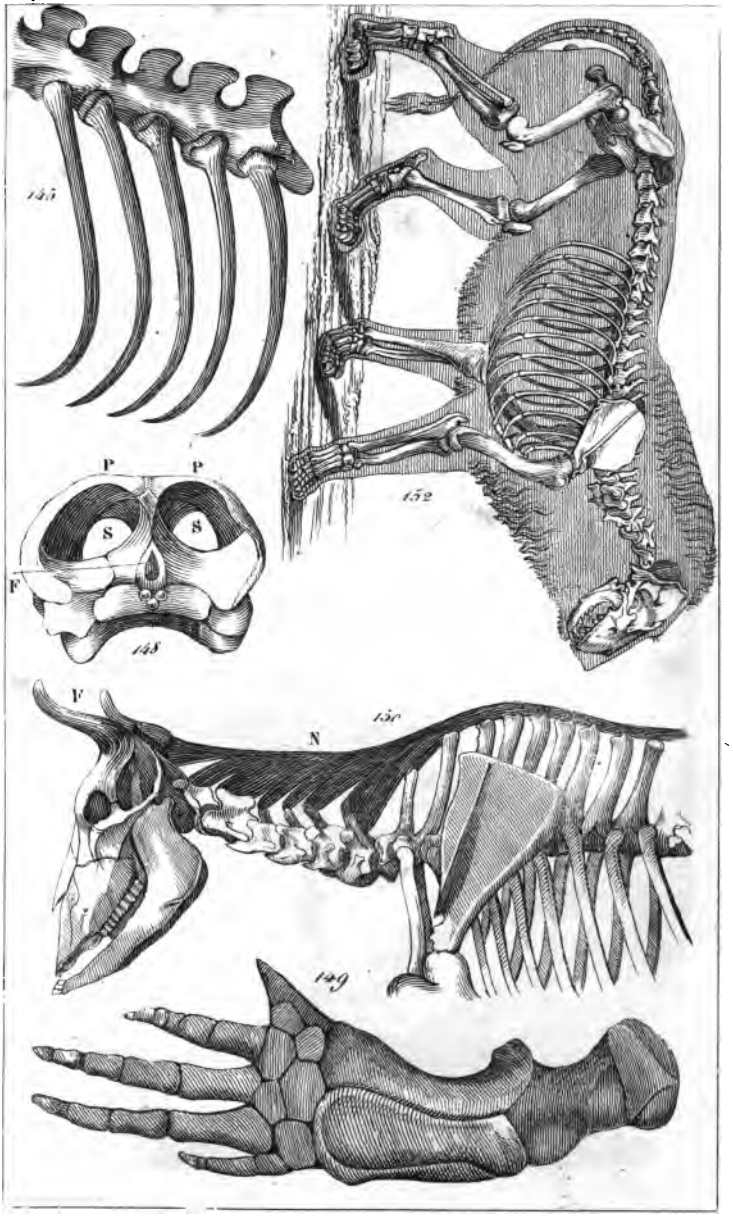
95
100
101
95
99
103
105
102
104
106
107
110
112
114
111
113
115
95
C
A
98
100
101
99
105
103
102
B
A
104
106
107
110
112
114
111
113
115

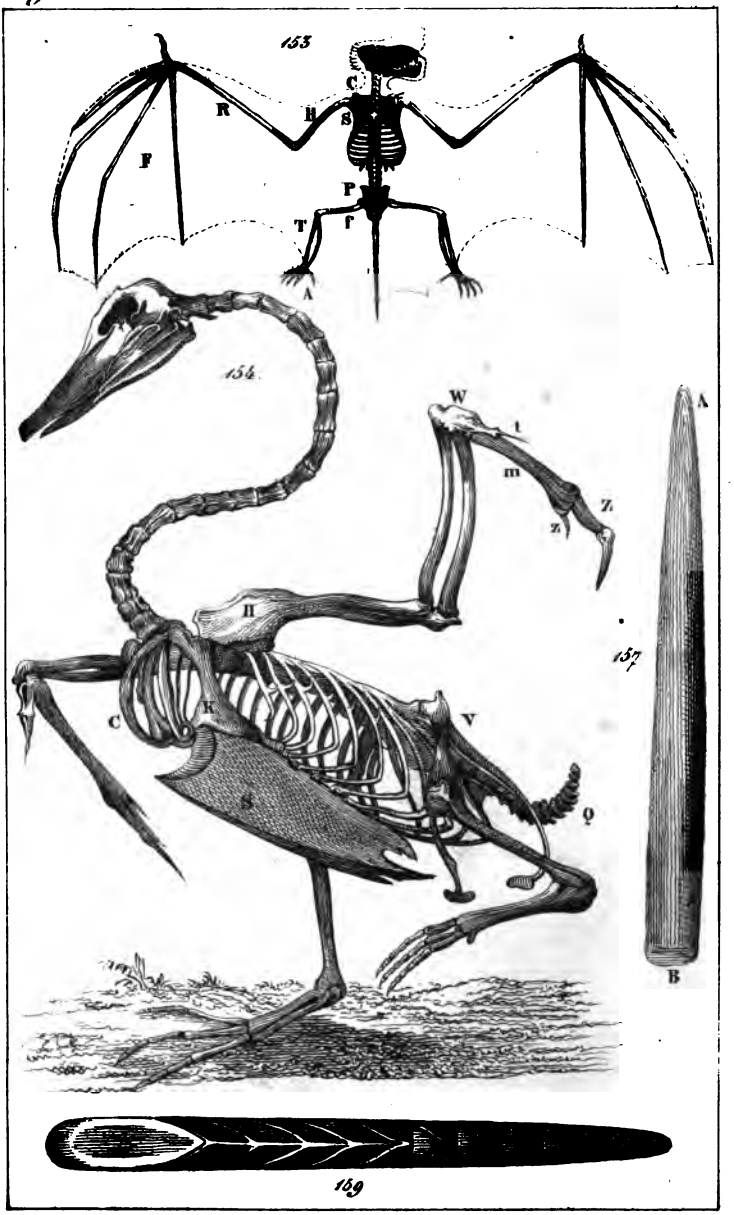
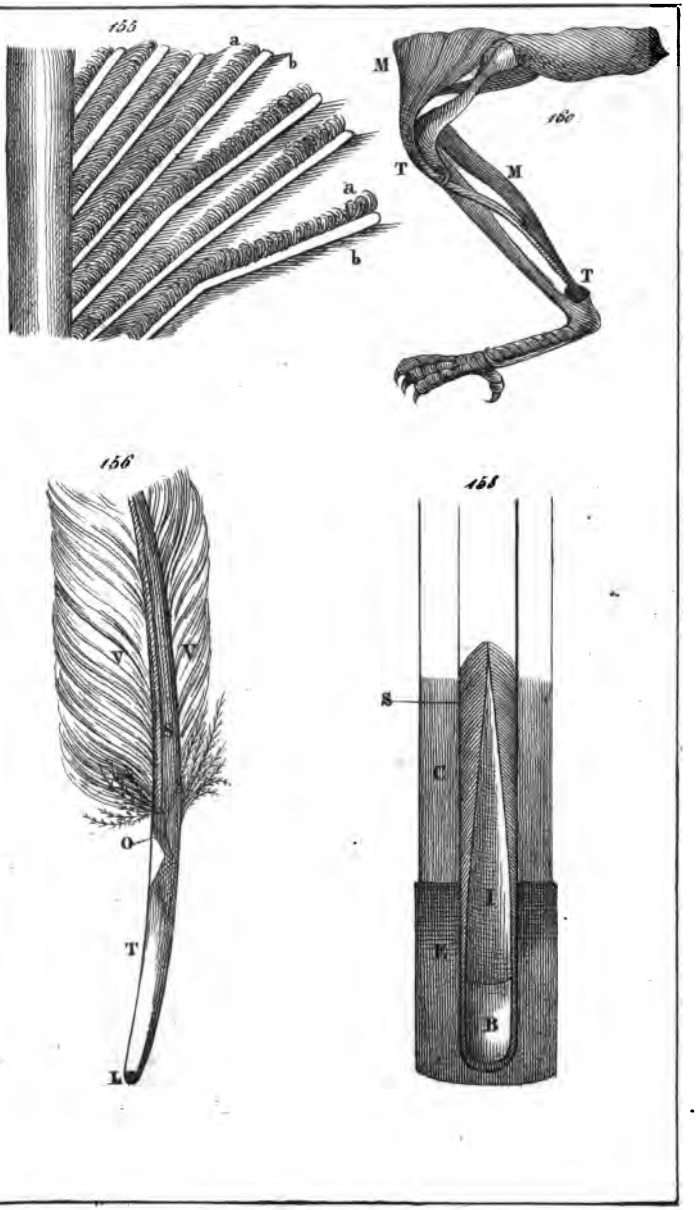

116
117
118
119
120
121
116
117
118
W
Z
R
S
F
T
H
E
Y
X
C
A
M
P
J
L
119
120
121

123
122
118
125
126
124
127
128
129
S
B
C
D
A
E
V
P
Q
M
O
T
R
L
I
F
N
H
W
m
U
f
t
h
Z
X
a
g
k


130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
D
P
V
A
B
S
C
L
R
K
M
F
U
Z
W
O
d
c
N
a
v


140
145
142
146
141
144
147
151
C
D


145
152
P
P
S
S
F
148
150
V
N
149


153
153
C
R
H
S
F
P
T
Γ
A
154
154
W
t
m
Z
z
A
157
157
II
C
K
V
S
Q
B
159
159

155 156 157 158